









MIKROPHOTOGRAPHISCHER ATLAS DER BAKTERIENKUNDE

VON

DR. GEORG ITZEROTT UND DR. FRANZ NIEMANN

KÖNIGLICHER KREISPHYSIKUS IN BELZIG

ASSISTENT AM HYGIENISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN

MIT 126 MIKROPHOTOGRAPHISCHEN ABBILDUNGEN IN LICHTDRUCK AUF 21 TAFELN





LEIPZIG, 1895

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH (ARTHUR MEINER)

Vorwort.

Bei der Abfassung des vorliegenden mikrophotographischen Atlas der Bakterienkunde sind wir darauf bedacht gewesen, möglichst viel verschiedene Bakterienarten zur Anschauung zu bringen. Naturgemäfs wurde hierdurch die Zahl der Photogramme, welche ein und dieselbe Species betreffen, wesentlich beschränkt.

Die Photogramme sind fast sämmtlich nach von uns angefertigten Präparaten aufgenommen worden.

Den beigegebenen Text haben wir nicht lediglich auf eine Beschreibung der Photogramme beschränkt, sondern in denselben auch in gedrängter Form, aufser der Beschreibung des mikrophotographischen Verfahrens, das Wissenswerteste über die in Frage kommenden Mikroorganismen aufgenommen.

Die Reproduktion der Photogramme in Lichtdruck ist von der Firma A. Frisch in Berlin ausgeführt worden.

Berlin, im November 1894.

Die Verfasser.



Inhaltsverzeichnis des Textes.

Verzeichnis

der

mikrophotographischen Abbildungen.*)

---

*) Die Druckfehler, welche sich im Textunterdrucke auf den Lichtdrucktafeln befinden, sind in vorliegendem Verzeichnisse bereits korrigiert.

Tafel 3.

Tafel 4.

Tafel 5.

Tafel 6.

Tafel 7.

Tafel 8.

Tafel 9.

Tafel 10.

Tafel 11.

Tafel 12.

Tafel 13.

Tafel 14.

Tafel 15.

Tafel 16.

Tafel 17.

Tafel 18.

Tafel 19.

Tafel 20.

Tafel 21.

Einleitung.



Es unterliegt wohl heutzutage keinem Zweifel, dafs von allen Methoden, mikroskopische Bilder zu reproduzieren, die durch Mikrophotographie die einzige ist, welche im stande ist, untrügliches und einwandfreies Material zu beschaffen. Namentlich lassen die Veröffentlichungen von Koch die Bedeutung der Mikrophotographie in besonderem Lichte erscheinen. Seine Photogramme der selbst durch die besten Mikroskope schwer erkennbaren Geifselfäden, Dinge, welche an der Grenze des Wahrnehmbaren stehen, beweisen, dafs die Mikrophotographie im stande ist, Objekte wiederzugeben, wie sie naturwahrer und deutlicher kein geschickter Zeichner zu reproduzieren vermag. Es ist somit durch die Mikrophotographie die Möglichkeit gegeben eine der häufigsten Ursachen mikroskopischer Irrungen zu vermeiden, nämlich die, dafs der Beobachter seine subjektive Ansicht über die Deutung des mikroskopischen Bildes unbewufst in die Zeichnung überträgt. Die Mikrophotographie zeichnet rein objektiv, dafs heifst Dinge wie sie wirklich sind; allerdings mit der Einschränkung, dafs das Photogramm hergestellt ist von einem ehrlichen, die Kunst vollständig beherrschenden und mit Geschick begabten Mikrophotographen. Wir werden später bei Behandlung des Negativs darauf zurückkommen.

Ein fernerer Vorzug der Mikrophotographie besteht darin, dafs die photographische Platte noch Dinge zeichnet, welche von so intensivem Lichte beleuchtet, von unserem leicht geblendeten Auge nicht mehr wahrgenommen werden können. Während unser Auge leicht bei Wahrnehmung der feinsten Lichtunterschiede ermüdet, thut dies die Platte nicht. Ja Dinge, welche so geringe Helligkeitsdifferenzen zeigen, dass sie unser Auge nicht mehr wahrnimmt, ist die Platte noch im stande wiederzugeben, da sich die Lichteindrücke auf der Platte addieren.

Einen grossen nicht gering anzuschlagenden Vorteil mufs man darin erblicken, dafs die Mikrophotographie ein Mittel angiebt, die Schwierigkeiten öffentlicher Demonstrationen durch das Mikroskop herabzusetzen. Durch die Herstellung von positiven photographischen Glasbildern, sogenannten Diapositiven, ist man im stande mit Hilfe einer gewöhnlichen Laterna magica oder einem Sciopticon das Objekt vergröfsert

auf einen weifsen Schirm zu projizieren, wo es mit allen Details ohne Schwierigkeit von einem grofsen Auditorium auf einmal beobachtet werden kann. In den meisten Hörsälen befinden sich derartige Projektionsapparate zum Teil in vorzüglicher Ausführung. Seitdem der Lichtdruck eine Höhe erreicht hat, dafs sich derselbe kaum von dem Original unterscheiden läfst, ist auch die Möglichkeit gewonnen, naturgetreue Abbildung von Präparaten, welche sonst nur einer kleinen Anzahl von Labaratorienbesuchern zugänglich waren, der Allgemeinheit zu übergeben. Auch würden derartige Aufnahmen bei systematisch-wissenschaftlichen Arbeiten grofse Verwendung finden. Man ist im stande, mit Hilfe der Mikrophotographie verschiedene Objekte unmittelbar auf Grösse und Form untereinander zu vergleichen, was sonst nur durch Aufstellung von ebenso viel Mikroskopen, als Präparate zu untersuchen sind, möglich ist. Denn durch das Auswechseln der Präparate verblafst mit der Zeit, die zu den Manipulationen bei der Aufsuchung des besten Gesichtsfelds und scharfen Einstellen gehört, der Eindruck, den das vorher beobachtete Präparat bei dem Beschauer zurückliefs. Auch manche neue Spezies wäre vielleicht nicht wieder von neuem entdeckt worden, wenn dem Entdecker gute Photogramme zur Vergleichung zur Hand gewesen wären. Genaueste Messungen werden am besten am Negativ oder Diapositiv ausgeführt, da sich häufig Papierbilder durch die Nachbehandlung stark verziehen.

Stellen wir uns nun die Frage: Ist die Mikrophotographie in ihrer Leistungsfähigkeit der Beobachtung durch das Auge überlegen, d. h. sieht die lichtempfindliche Platte mehr als das Auge oder ist kein Unterschied verhanden, so glauben wir sie dahin beantworten zu können, dafs unter geschickter Behandlung der lichtempfindlichen Platte, namentlich bei Benutzung solcher kurzwelligen Lichtstrahlen, welche wohl Eindruck auf die Platte aber nicht mehr auf das Auge machen, Objekte abgebildet werden können, welche dicht oder aufserhalb der Grenze unseres Wahrnehmungsvermögens stehen.

Diesen so bedeutenden Vorteilen der photographischen Darstellung von mikroskopischen Objekten stehen eine Reihe von Mängeln entgegen, welche indessen nicht von so grofser Bedeutung sind, um dem Mikrophotographen die Mühe zu verleiden oder ihre wissenschaftliche Bedeutung zu beeinträchtigen. Ein Mikrophotogramm zeigt immer nur einen Teil des Präparates. Während man durch Verschieben des Präparats unter dem Mikroskop durch Kombinieren von Thatsachen und Einzelheiten, die in verschiedenen Gesichtsfeldern liegen, erst einen Gesamteindruck des ganzen Objektes erhält, müsste man, um zu demselben Resultate zu gelangen, von jedem Präparate verschiedene Aufnahmen machen, um sie sich dann zu einem Bilde zusammenzustellen. Mit ein wenig Ausdauer wird man aber wohl in jedem Präparat eine Stelle auffinden können, welche alle oder doch viele der dem Präparat anhaftenden charakteristischen Eigenschaften enthält, so dafs man in seltenen Fällen

von demselben Präparat mehr als eine oder zwei Aufnahmen zu machen nötig hat.

Wir wissen, dafs das Mikroskop nur eine bestimmte Bildebene, die scharf eingestellt ist, scharf abbildet, alles unter oder über derselben gelegene erscheint mehr oder weniger unscharf. Durch die Bewegung der Mikrometerschraube ist nun der Beobachter im stande sich jederzeit diese oder jene Ebene scharf einzustellen, er übersieht die unscharfen Stellen und fixiert nur die scharf erscheinenden Partien. Dieses leistet natürlich die photographische Platte nicht; sie bildet scharfe und unscharfe Partien gleichmäfsig ab, wodurch das Bild an Schönheit und Deutlichkeit einbüfst. Aufserdem werden häufig Dinge mit abgebildet werden, die an sich nicht zum Objekt gehören, Verunreinigungen des Präparates, Farbenniederschläge, Diffraktionssäume, Reflexe, welche geeignet sind, der Naturwahrheit des Bildes mitunter empfindlich Abbruch zu thun. Es eignen sich demnach nicht alle Präparate zur Darstellung durch die Mikrophotographie. Vor allem sind es solche, die von Natur aus sehr dünn und flach sind, wie die Ausstrichspräparate der Bakterien, oder Objekte, welche sehr dünn geschnitten sind, wobei aber zu vermeiden ist, dafs das Charakteristische des Präparates verloren geht. Demungeachtet ist auch an Mikrophotographien solcher Objekte, welche den eben angeführten Bedingungen nicht ganz entsprechen, in der Regel eine solche Menge von Details zu erkennen, dafs auch solche Bilder nicht selten von nicht zu unterschätzendem Vorteil sind. Es schmilzt demnach die Zahl derjenigen Objekte, mit denen selbst der geschickteste Photograph nichts anzufangen vermag, auf ein verschwindend kleines Häufchen zusammen. Der Mifskredit, in den die Mikrophotographie eine Zeit lang geriet, ist zum grofsen Teil der Unwissenheit und Ungeschicklichkeit derer zuzuschreiben, die Objekte photographieren wollten, die schlechterdings nicht zu photographieren sind. Ein unvollkommenes Photogramm mit verschwommenen Konturen, Unschärfe mit Interferenzsäumen, Lichtringen, Flecken kann mehr Schaden stiften, als Nutzen bringen.

Die besonders bei starken Objektiven unvermeidliche Krümmung des Gesichtsfeldes gestattet nur einen Teil des Gesichtsfeldes scharf einzustellen und durch die Photographie scharf abzubilden. Es kann dies mitunter recht störend wirken, doch lassen sich durch die Projektionsokulare die Unschärfen am Rande auf ein Minimum reduzieren.

Wenn wir uns am Schlufs dieser Betrachtung noch einmal über die Leistungsfähigkeit der Mikrophotographie gegenüber andern Darstellungsmethoden äufsern sollen, so kommen wir zu dem Schlufs, dafs dieselbe unter geschickten Händen im stande ist, die Natur am wahrheitsgetreusten und rein objektiv wiederzugeben und Objekte zur Darstellung zu bringen, deren zarte Details mit dem Auge nicht oder nur unter besonderen Umständen gesehen werden können.

Dafs die Mikrophotographie nicht von der Mehrzahl der mikroskopischen

Forscher betrieben wird, liegt nach unserer Meinung nicht in der Schwierigkeit der Technik, sondern in dem Umstande, dafs die käuflichen Apparate sehr kostspielig sind. So kostet zum Beispiel der grofse Zeiss'sche mikrophotographische Apparat mit allem Zubehör, allerdings der vollkommenste der existiert, rund 3000 Mk. Es soll jedoch nicht geleugnet werden, dafs mit einem derartigen Apparat auch das vollkommenste geleistet werden kann.

Die diesem Buche beigegebenen Photogramme sind mit einem Apparate aufgenommen worden, den sich Verfasser mit Hilfe eines Tischlers mit geringen Kosten selbst zusammengestellt haben und können wir jedem, der eine gewöhnliche Reisekamera mit einem Plattenformat 13/18 cm besitzt, diese Anordnung empfehlen. Die Beschreibung desselben folgt in einem der nächsten Abschnitte.

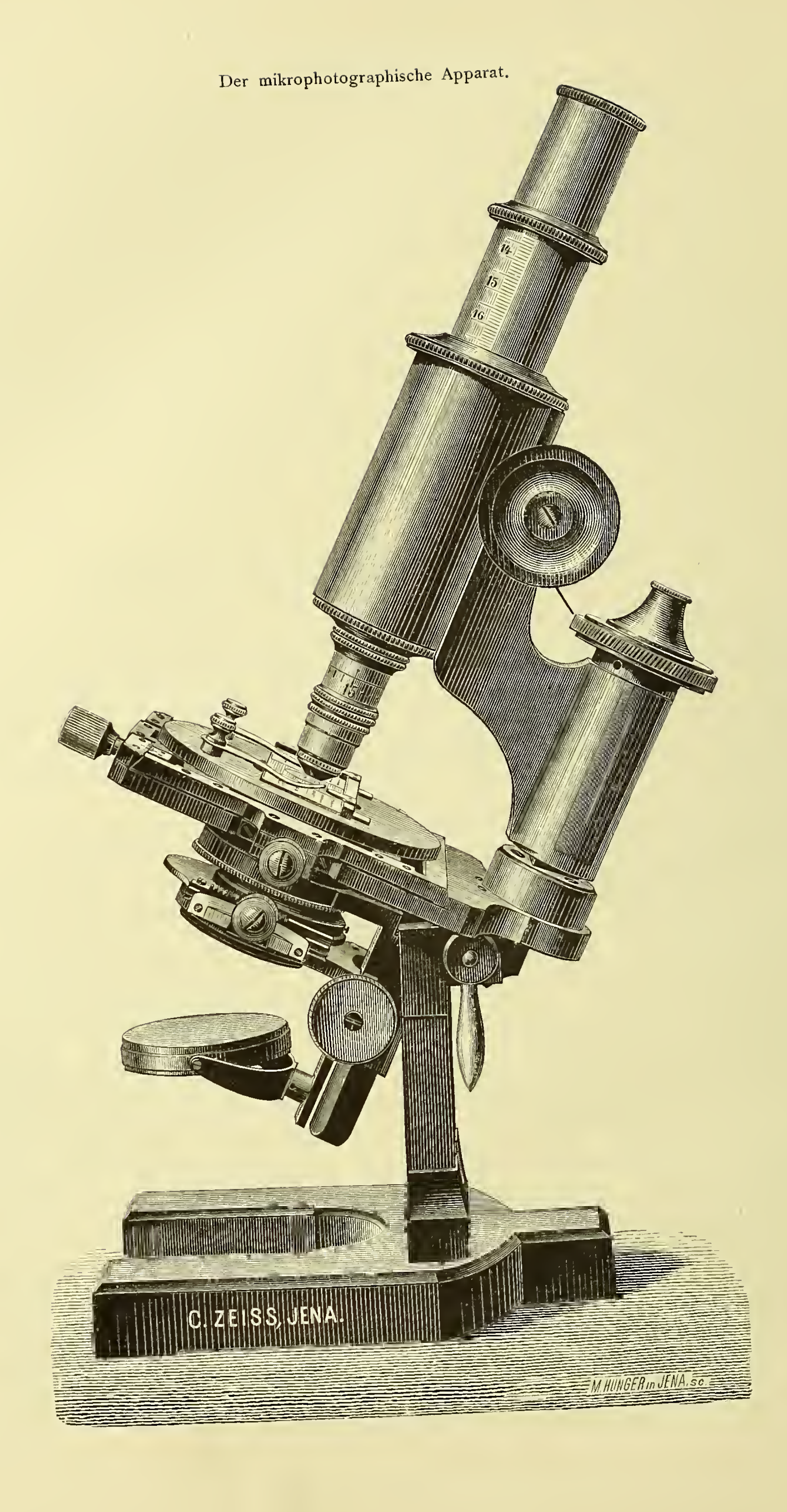
---

1. Der mikrophotographische Apparat.

Die Theorie der Mikrophotographie besteht darin, dafs man das von dem Mikroskop erzeugte reelle Bild auf eine lichtempfindliche Platte auffängt. Dies geschieht durch eine photographische Kamera. Deshalb sind die wesentlichsten Bestandteile eines mikrophotographischen Apparats, erstens der Bilderzeugende, das Mikroskop, zweitens der Bildauffangende und abbildende, die photographische Kamera.

Für mikrophotographische Zwecke eignet sich jedes gut gearbeitete Mikroskopstativ, dessen Tubusaxe genau senkrecht zur Ebene des Objektisches steht, ferner dessen Mikrometerschraube einen möglichst leichten Gang hat, da hierdurch die Einstellung auf die Visierscheibe ungemein erleichtert wird. Vor allem darf die Mikrometerschraube keinen toten Gang haben. Das Mikroskop mufs so eingerichtet sein, dafs es sich in horizontale Lage bringen läfst, während der Fufs fest auf dem Tisch steht. Dies ist deswegen nötig, weil die meisten gröfseren photographischen Kameras horizontal gebaut sind. Andere Hilfsapparate, wie beweglicher Objektivtisch, sowie Schlittenobjektivwechsler, welche vollkommen centriert werden können, sind bei der mühevollen Arbeit des Mikrophotographierens von grofser Annehmlichkeit, welche die Arbeit recht erleichtern. Ein Mikroskopstativ, welches allen Anforderungen entspricht, ist das speziell für mikrophotographische Zwecke von Zeiss konstruierte Stativ, wie es die umstehende Abbildung zeigt.

Die mikrophotographische Kamera unterscheidet sich von der gewöhnlichen photographischen Kamera hauptsächlich dadurch, dafs sie sich auf eine grofse Länge ausziehen läfst. Das vordere Ende derselben wird mit dem Mikroskop durch eine Vorrichtung lichtdicht verbunden. Als eine der zweckmäfsigsten Verbindungen der Kamera mit dem Mikroskop ist die Einrichtung von Zeifs, bei der eine gegenseitige


C. ZEISS, JENA.
M. HUNGER in JENA. sc.

Berührung beider Teile vermieden wird. Der Tubus des Mikroskops trägt eine doppelte Kapsel, in welche sich eine auf dem Stirnbrett der Kamera befestigte Hülse hineinschieben läfst. Es ist von grofser Wichtigkeit, dafs Kamera und Mikroskop sich durch das Verbindungsstück nicht berühren, da auch beim vorsichtigen Einschieben der Kassette sich die Erschütterungen auf das Mikroskop übertragen können, worunter die Einstellung und damit das Gelingen der Aufnahme leidet. Auch die Einrichtung, dafs man Kamera und Stativ auf getrennten Tischen aufstellt, schützt das Mikroskop vor Erschütterungen.

Da man, um stärkere Vergröfserungen zu erzielen, genötigt ist, die Kamera weiter auszuziehen und damit die Visierscheibe vom Mikroskop zu entfernen, so war es nötig, eine Vorrichtung zu schaffen, um die Mikrometerschraube sicher und gleichmäfsig zu bewegen, ohne auf das Mikroskop einen seitlichen Zug oder Druck auszuüben. Diese Bedingung leistet der sogenannte Hooke'sche Schlüssel in unübertrefflicher Weise. Eine andere Methode, von Neuhaus erfunden, ist ebenso praktisch und gestattet auch bei stärksten Objektiven feinste Einstellung. Die Einrichtung besteht darin, dafs über den Kopf der Mikrometerschraube ein zangenartiges Instrument geklemmt wird, welches nach unten in einen Stab ausläuft. An diesen Stab werden Schnüre befestigt, welche seitwärts über 2 Rollen laufen, so dafs jeder Zug an den Schnüren eine geringfügige Drehung der Mikrometerschraube veranlasst. Bei sämtlichen diesem Buche beigefügten Mikrophotogrammen wurde die Einstellung mit Hilfe dieser Vorrichtung bewerkstelligt.

Als Lichtquelle ist sowohl Sonnenlicht als auch jedes andere künstliche Licht zu benutzen, vorausgesetzt, dafs es das für die lichtempfindliche Platte genügende Intensität besitzt, gleichmäfsige Lichtstärke zeigt und sich durch absolute Ruhe auszeichnet. Die scheinbare Bewegung der Sonne wird am bequemsten durch einen sogenannten Heliostaten, bei dem ein Uhrwerk den Einflufs der Erdrotation aufhebt, eliminiert. Die Bedingung der gröfsten Intensität erfüllt das Sonnenlicht in vollem Mafse, nicht aber die der gleichmäfsigen Helligkeit, welche je nach dem hohen Stand der Sonne, dem schwankenden Wassergehalte der Luft und dem Auftreten anderer athmosphärischer Einflüsse zu verschiedenen Zeiten grofse Unterschiede zeigt, so dafs die Beleuchtungsdauer für jede Aufnahme eine verschiedene sein mufs. Da uns ferner in unseren Breitengraden das Sonnenlicht nicht jederzeit zur Verfügung steht, so thut man gut, in allen Fällen, in denen man nicht gezwungen ist, mit möglichst kurzwelligen Strahlen zu arbeiten, auf die Verwendung desselben bei mikrophotographischen Arbeiten zu verzichten, zumal man mit künstlichen Lichtquellen vollkommen gute Resultate zu erzielen im stande ist.

Von künstlichen Lichtquellen eignen sich am besten das Petroleumlicht und das Gaslicht und ist letzteres als Auer'sches Glasglühlicht vermöge seiner gleich-

mäfsigen Helligkeit und Ruhe des Lichtes und seines Reichtums von kurzwelligen Strahlen für die Mikrophotographie sehr zu empfehlen.

Das Petroleumlicht ist ebenfalls ein überaus ruhiges und gleichmäfsiges. Da dasselbe reich an gelben Strahlen ist, so ist es vorteilhaft, gelb empfindliche Platten zur Aufnahme zu verwenden. Die mangelnde Intensität des Lichtes läfst sich durch längere Belichtungszeiten ersetzen. Verfasser bedienten sich bei allen mikrophotographischen Arbeiten des Petroleumlichtes, welches selbst bei Aufnahmen von 1000facher Linearvergröfserung völlig ausreicht.

Das Magnesiumlicht, welches bedeutende aktinische Kraft besitzt, hat den einzigen Nachteil, dafs es bis jetzt noch keine Magnesiumlampe giebt, welche ein gleichmäfsiges und ruhiges Licht giebt. Der Lichtpunkt rückt bald höher, bald tiefer, so dafs häufige Verdunkelung des ganzen Gesichtsfeldes eintreten kann.

Das elektrische Bogenlicht, welches infolge seines Reichtums an kurzwelligen Strahlen und seiner grofsen Helligkeit zu mikrophotographischen Arbeiten Vorteile versprach, leidet ebenfalls an dem Fehler, dafs das Licht zu unruhig brennt, die Helligkeit nicht konstant dieselbe ist, so dafs dasselbe nur nach Einschalten einer matten Scheibe zwischen Lichtquelle und Objekt verwendbar ist. Dadurch geht natürlich ein grofser Teil der Helligkeit verloren.

Legen wir uns nun die Frage vor, welche Lichtquellen am vorteilhaftesten für Mikrophotographie sind, so sind wir der Meinung, dafs man in allen Fällen mit Petroleumbeleuchtung auskommen kann, zumal dieselbe sich durch Billigkeit und Bequemlichkeit auszeichnet. Die Unbequemlichkeit länger zu exponieren kommt nicht in Betracht, da es sich immer nur um wenige Minuten handelt. Wem Gas zur Verfügung steht, wird mit Vorteil das Auer'sche Gas-Glühlicht verwenden. Durch Anwendung dieser künstlichen Lichtquellen gewinnt man die Möglichkeit, jede beliebige Tageszeit benutzen zu können und ist nicht wie beim Sonnenlicht auf wenige Sommermonate, und auch dann noch beschränkte Zeit, angewiesen.

2. Die Aufstellung und Handhabung des mikrophotographischen Apparates.

a) Aufstellung des Apparates.

Bei der Aufstellung des mikrophotographischen Apparates mufs vor allem darauf Bedacht genommen werden, dafs derselbe während der Aufnahme möglichst wenigen Erschütterungen ausgesetzt ist. Das Vorüberfahren eines Wagens, das Hin- und Hergehen in Räumen, die über dem Arbeitszimmer gelegen sind, haben in den meisten Fällen, namentlich bei starker Vergröfserung mit Immersionssystemen, das Mifslingen der Aufnahme zur Folge. Man wähle ein Zimmer im Erdgeschofs, da sich die Erschütterungen von der Strafse auf solche weniger übertragen, wenn möglich nach dem Hof zu gelegen. Zum Schutze gegen die Erschütterungen stelle man den Apparat auf eine doppelte Lage dicken Filzes. Man hat bei den neueren Apparaten, falls man die stärksten Vergröfserungen erzielen will, nach dem Vorbilde von Zeiss, Mikroskop und Kamera auf verschiedenen Tischen aufgestellt. Dieselben stehen in der Mitte des Arbeitszimmers, damit der Apparat bequem von allen Seiten zugänglich ist. Umstehende Abbildung zeigt den grofsen Zeiss'schen mikrophotographischen Apparat.

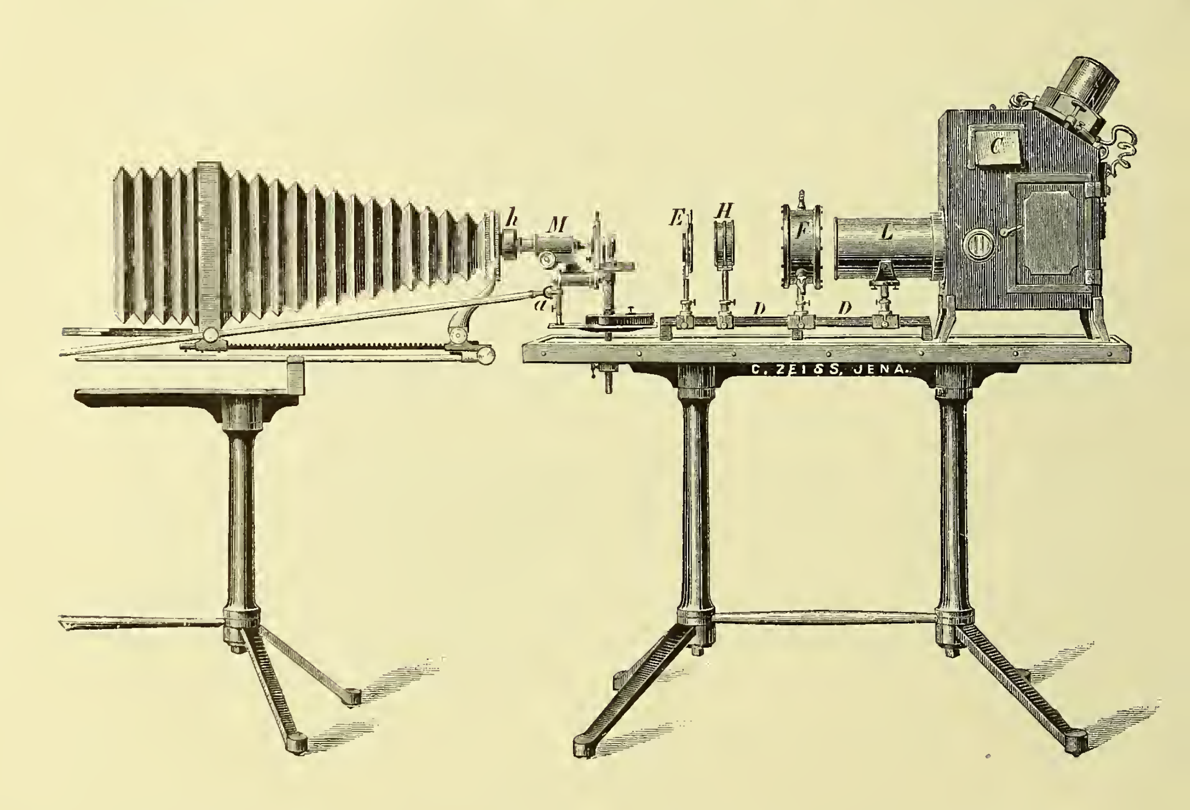
b) Zentrierung.

Ein Haupterfordernis zur Erzielung guter Photogramme ist die genaue Zentrierung des Apparates, das heifst, es mufs die optische Achse des Mikroskopes auf der Visierscheibe senkrecht stehen. Diese Zentrierung ist dann erreicht, wenn der durch die Lampe nach Entfernung des Okulars und Objektivs auf die Visierscheibe projizierte Kreis auch bei verlängerter Kamera stets die Mitte der Visierscheibe einnimmt. Eine in das obere Tubusende gesteckte Okularblende oder Fadenkreuzokular erleichtert diese Aufgabe. Aufser dieser Zentrierung ist es notwendig, dafs auch die Beleuchtungsapparate, zu deren Besprechung wir jetzt ge-

langen, genau zentriert sind. Der geeigneteste Beleuchtungsapparat, der heutzutage wohl an keinem Mikroskop fehlt, ist der Abbésche Kondensor. Er gestattet die volle Ausnutzung der Apertur von 1,40, andererseits auch in bequemster Weise Einengung des Beleuchtungskegels, sowie die Verwendung von schiefem Licht. In neuerer Zeit hat Zeiss einen achromatischen Kondensor mit Irisblende konstruiert, welcher eine genaue Zentrierungsvorrichtung besitzt.

c) Beleuchtung der Objekte.

Die richtige Beleuchtung der Objekte spielt eine grofse Rolle in der Mikrophotographie. Die noch heute geltenden Grundsätze sind zuerst von Moitessier



angegeben und von Koch in die Praxis eingeführt worden. Es gilt als allgemeine Regel das Bild der Lichtquelle in die Objektebene zu verlegen, sobald es sich um mittlere oder stärkere Vergröfserungen handelt. Es bietet dieses Verfahren den Vorteil, eine sehr gleichmäfsige Beleuchtung des ganzen Gesichtsfeldes und die Erhellung nur des aufzunehmenden Teiles des Präparats zu ermöglichen; gleichzeitig wird die volle Apertur des Beleuchtungsapparates ausgenutzt. Die meisten Kondensoren entwerfen nun selbst von der in die Nähe des Kondensors gerückten

Petroleumflamme ein so kleines Bild, dafs das Gesichtsfeld schwacher und mittelstarker Objektive nicht ausgefüllt wird. Man hilft sich damit, dafs man zwischen Lichtquelle und Kondensor eine Sammellinse aufstellt. Um das Flammenbildchen scharf in die Objektebene zu projizieren, verfährt man nach Koch folgendermafsen: Man stellt dicht vor dem Kondensor eine matte Scheibe auf und richtet den Beleuchtungsapparat derartig, dafs das Korn der Scheibe im Mikroskop sichtbar wird.

Auf diesen in der Objektebene erscheinenden Teil der matten Scheibe entwirft man mittelst der Sammellinse ein scharfes Bild der Lichtquelle. Nach Fortnahme der matten Scheibe wird das nunmehr frei in der Luft schwebende Lichtbildchen durch den Kondensor in die Objektebene projiziert. Das durch die Sammellinse entworfene Lichtbildchen wird von dem Kondensor vergröfsert wiedergegeben, wenn dasselbe zwischen einfacher und doppelter Brennweite des Kondensors liegt.

Bei Aufnahmen mit ganz schwachen Objektiven mit Zeiss Apochromat 75 mm Brennweite verfährt man etwas anders, indem man das Bildchen der Lichtquelle in die Mitte des Objektivs verlegt. Dies erreicht man am leichtesten dadurch, dafs man nach scharfer Einstellung die Entfernung des Objektivs vom Objekt mifst, dann den Tubus entfernt und an die Stelle des Objektivs ein weifses Blatt Papier stellt, auf welches man dann mit Hilfe der Sammellinse ein möglichst scharfes Bildchen der Lichtquelle entwirft. Nach Entfernung des Blattes und Wiederzurückführung des Tubus, erblickt man das Lichtbildchen genau in der Mitte des Objektivs.

Die Verlegung des Bildes der Lichtquelle in die Objektebene bei stärkeren Vergröfserungen hat den grofsen Vorteil, dafs das ganze Gesichtsfeld gleichmäfsig beleuchtet wird, und dafs die volle Apertur des Beleuchtungsapparates ausgenutzt werden kann. Es zeigt die Erfahrung, dafs die Aufnahmen um so besser werden, je genauer man das Bild der Lichtquelle auf das Objekt einstellt und je besser begrenzt es in dieser Ebene erscheint. Eine unter Umständen auftretende Erwärmung des Präparats kann man durch Einfügen einer Cuvette mit destilliertem Wasser oder Alaunlösung unschädlich machen, durch welche die Wärmestrahlen absorbiert werden.

d) Objektive und deren Fokusdifferenz.

Die gewöhnlichen mikroskopischen Objektive sind derartig konstruiert, dafs die für unser Auge hellsten Strahlen des Spektrums zu einem scharfen Bilde vereinigt werden. Nur die beiden Farben des Spektrums Rot und Blau, sind in einem Fokus vereinigt, während die dazwischenliegenden Farben Gelb und Grün, namentlich aber die am Ende des Spektrums liegenden Farben Violett und Ultraviolett unkorrigiert bleiben. Wollte man mit einem solchen Objektive, auch wenn man

auf der Visierscheibe ein für das Auge möglichst scharfes Bild einstellte, eine photographische Aufnahme machen, so würde man niemals ein scharfes Bild erhalten, da die für das Auge wirksamsten gelben Strahlen sich in einem anderen Punkte schneiden als die für die photographische Platte wirksamen blauen und violetten. Diese Eigenschaften der Objektive bezeichnet man mit dem Namen Fokusdifferenz, welche bei schwächeren Objektiven stärker als bei stärkeren Systemen auftritt.

Um diese Fokusdifferenz zu beseitigen sind verschiedene Methoden in Anwendung gekommen, von denen wir nur die gebräuchlichsten anführen wollen.

Nach Harting verfährt man folgendermafsen: Der Kopf der Mikrometerschraube hat eine Teilung, eine feststehende Spitze dient als Zeiger. Durch Versuchsaufnahmen ermittelt man, wie viel man die Mikrometerschraube vor- oder zurückdrehen mufs, um ein scharfes photographisches Bild zu erzielen, nachdem man mit dem Auge ein scharfes Bild auf die Visierscheibe projiziert hat. Es eignet sich diese Methode hauptsächlich für schwache Objektive.

Nach einem anderen Verfahren bleibt das Objektiv nach genauester Einstellung in der gleichen Lage. In dieser Stellung macht man eine Probeaufnahme, die natürlich um so unschärfer ausfallen mufs, je gröfser die Fokusdifferenz ist. Durch Veränderung der Stellung der Visierscheibe ermittelt man dann diejenige, bei der die Aufnahme am schärfsten ausfällt. Wenn demnach die Aufnahme, welche bei der Okularbetrachtung bei 60 cm scharf eingestellt war, bei einer Balgenlänge von 65 cm am schärfsten ausfiel, so mufs man in Zukunft nach genauester Einstellung die Kamera um 5 ctm. verlängern.

Eine andere und zwar aus anderen Gründen zweckmäfsigste Methode der Beseitigung der Fokusdifferenz besteht in der Anwendung von monochromatischem Licht. Dieses kann man sich leicht erzeugen durch Anwendung von sogenannten Lichtfiltern. Diese bestehen aus Glasbehältern mit planparallelen Wänden (Cuvetten), welche mit bestimmten farbigen Flüssigkeiten gefüllt sind.

Die gebräuchlichsten monochromen Lichtfilter sind folgende:

1) Blaue Lichtfilter.

a) Die ammoniakalische Kupferlösung, welche man erhält durch Auflösen von 10 Teilen fein gepulverten Kupfervitriols in 40 Teilen Ammoniak.

b) Die Fehlingsche Lösung. Man löst 10 g Kupfervitriol in 75 ccm destilliertem Wasser, ferner 30 g Kali causticum und 40 g Seignettesalz in 75 ccm destilliertem Wasser auf, filtriert und mischt beide Lösungen.

Beide Filter beseitigen die Fokusdifferenz nicht vollständig. Bei der ersten Lösung gehen noch ultraviolette Strahlen hindurch und sind die Resultate erst dann befriedigend, wenn man die ultravioletten Strahlen durch ein zweites Filter, welches eine ganz schwache Aesculinlösung 15 : 1000 absorbiert. Bei der Fehlingschen

Lösung passieren neben den blauen noch rothe und gelbe Strahlen, welche für das Auge beim Einstellen am wirksamsten sind, so dafs es also nicht gelingt, mit Hilfe dieser Lösung die Fokusdifferenz ganz zu beseitigen.

2) Gelbe und grüne Lichtfilter.

Unsere gewöhnlichen Bromsilber-Gelatineplatten zeigen für blaues und violettes Licht hohe, für gelbes und grünes Licht nur sehr geringe Empfindlichkeit. Deshalb konnten gelbe und grüne Lichtfilter vor der Einführung der sogenannten orthochromatischen Platten, wenig Anwendung finden, da man die Belichtung unendlich hätte ausdehnen müssen. Diese orthochromatischen Platten, welche durch Beimischung von Erythrosin oder Eosin zu der Emulsion oder durch Baden gewöhnlicher Platten in einer entsprechenden Farblösung hergestellt werden, zeigen eine hohe Empfindlichkeit für gelbe und grüne Strahlen. Diese Eigenschaft gestattet die Anwendung von gelben Lichtfiltern, welche ein fast rein monochromatisches Licht geben. Als solche sind in Gebrauch:

a) das Zettnowsche Lichtfilter besteht aus einer Flüssigkeit, welche im konzentrierten Zustande einen sehr schmalen Streifen Licht des Spektrums von einer Wellenlänge von 570—550 hindurchläfst, so dafs das Licht beinahe als wirklich monochrom zu bezeichnen ist.

Zettnows Vorschrift für das Filter ist folgende:

160 g reines Kupfernitrat und 14 g reiner Chromsäure werden mit Wasser zu 250 ccm aufgelöst.

Für eine minder konzentrierte Lösung gilt folgende Vorschrift: 175 g Kupfervitriol, 17 g doppelt chromsaures Kali, 2 ccm Schwefelsäure werden in 0,5—1 Liter Wasser gelöst. Diese Lösung in 1—2 cm dicker Schicht angewandt, genügt fast für alle Fälle. Bei Arbeiten mit Petroleumlicht kann die Lösung noch mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnt werden.

b) Das Edersche Lichtfilter besteht aus einer Lösung von Anilinlichtgrün oder Indigoschwefelsäure mit starker Pikrinsäurelösung; doch läfst letztere noch blaue Strahlen in reichlicher Menge hindurch.

c) Das Kaliumchromat-Lichtfilter besteht aus einer konzentrierten wässerigen Lösung von Kaliumbichromat. —

Farbige Gläser eignen sich nicht als Lichtfilter, da sie nie monochromatisches Licht liefern, sondern neben ihrer Hauptfarbe meist noch anders gefärbte Strahlen hindurchlassen.

Eine andere Methode, einfarbiges Licht zu erlangen, besteht in der Anwendung eines von Hartnack konstruierten Beleuchtungsapparates, welcher aus einem Prismensystem von starker Dispersion besteht. Durch Verschiebung eines Spaltes können die verschiedenen Farben des Spektrums nacheinander in

das Sehfeld gebracht werden. Doch hat sich diese Methode nicht einbürgern können.

Wir sehen also, dafs bei Benutzung gewöhnlicher Mikroskopobjektive besondere Mafsregeln nöthig sind, um scharfe und brauchbare Mikrophotographien zu erreichen. Weit einfacher gestaltet sich die Manipulation der Einstellung, wenn man sich der speziell für mikrophotographische Zwecke konstruierten Objektive bedient. So sind die von Seibert und Krafft gefertigten Objektive frei von Fokusdifferenz und geben, ohne Okular angewendet, auf weiten Bildabstand scharfe Bilder. Die von Koch angefertigten vorzüglichen Mikrophotogramme sind mit diesen Objectiven angefertigt und spricht sich derselbe über diese Systeme in der anerkennendsten Weise aus. Allerdings ist es wohl nicht Jedermanns Sache, sich einen Satz teurer Systeme anzuschaffen, nachdem man gelernt hat, die den gewöhnlichen Objektiven anhaften, den Fehler durch einfache Mafsnahmen zu beseitigen.

Einen bedeutenden Schritt in der Optik wurde durch die Konstruktion der sogenannten Apochromate gemacht, welche von Abbé berechnet und von Zeiss zuerst ausgeführt wurden. Durch Verwendung der von Dr. Schott neu hergestellten Glassorten, welche einen hohen Brechungsindex besitzen und des Flufsspates, dessen Brechung und Farbenzerstreuung eine ganz eigenartige ist, wurde ein System hergestellt, welches sowohl zur direkten Betrachtung als auch zum mikrophotographischen Gebrauch geeignet ist und alle die den gewöhnlichen Objektiven anhaftenden Fehler vermeidet. Erstens vereinigen diese Systeme 3 verschiedene Farben des Spektrums in einem einzigen Punkte der optischen Achse des Linsensystems, d. h. es wurde die Beseitigung des sogenannten sekundären Spektrums der bisherigen achromatischen Linsensysteme erreicht. Die zweite wichtige Verbesserung besteht in der Korrektion der sphärischen Aberration für zwei verschiedene Farben, anstatt der bis jetzt erreichten Korrektion für die hellste Farbe des Spektrums. Auch das Fehlen der Fokusdifferenz macht sie zu ausgezeichneten mikrophotographischen Objektiven. Diese Apochromate wurden, nachdem genaueres über dieselben bekannt wurde, auch von dem Optiker Hartnack in Potsdam in einer Güte hergestellt, welche den Zeiss'schen an die Seite zu stellen sind. Die gröfste Anzahl der in dem Buche enthaltenen Photogramme sind mit Hartnackschen Apochromaten hergestellt. Wer sich Mühe und Arbeit ersparen will, raten wir zur Benutzung dieser Systeme; die Konstruktion der Apochromate gestattet die Länge der Balgen in weiten Grenzen zu variieren, so dafs bei der Anwendung von Projektionsokularen Vergröfserungen in bedeutender Verschiedenheit mittelst ein und desselben Systems möglich sind.

e) Die Projektion des Bildes.

Die Projektion des von dem Objektiv erzeugten Bildes auf die lichtempfindliche Platte kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Wenn man das Objektiv

lediglich zur Projektion benützt, so mufs die Platte um so mehr von dem Objektiv entfernt werden, je stärker vergröfsert man das Bild auffangen will. Für grofse Bilder ist bei diesem Verfahren eine ungewöhnlich lange Kamera notwendig, oder eine nachträgliche Vergröfserung der mit einer kurzen Kamera aufgenommenen Negative. Bei gewöhnlichen Objektiven erhält man ohne Okular nie befriedigende Resultate. Die Objektive gewöhnlicher Konstruktion sind nur auf die Bildabstände von der Länge des Tubus sphärisch und chromatisch korrigiert. Bei gröfserem Bildabstande läfst die Zeichnung in Bezug auf Schärfe und Farbenreinheit in jeder Weise zu wünschen übrig. Die Bilder erscheinen unscharf infolge von mangelnder Korrektion der sphärischen Abweichung, ferner mit farbigen Säumen umgeben, welche durch den Umstand, dafs sich bei gröfserem Bildabstande die verschiedenen Farben nicht genau decken, hervorgerufen werden. Die Folge ist ein unscharfes Negativ. Um den längeren Bildabstand zu vermeiden, benutzte man anfänglich die gewöhnlichen Okulare. Diese sind aber ziemlich unvollkommene optische Apparate, welche sich wohl für unser accomodationsfähiges Auge eignen, für die Projektion auf die Visierscheibe aber kein gutes Resultat geben. Die Zeichnung ist unscharf, die Begrenzung sowie die Einzelheiten des Bildes erscheinen mit breiten Farbensäumen umgeben. Die Optiker waren bestrebt, obige Mängel durch Konstruktion neuer Objektive und Okulare zu beseitigen. Wie ihnen dies bei den Objektiven gelungen ist, ist im vorigen Absatz beschrieben. Wieder war es Zeiss, welcher unter dem Namen Projektionsokulare ein Linsensystem einführte, welches die sowohl bei direkter Projektion mit dem Objektive allein als bei Anwendung von gewöhnlichen Okularen auftretenden Übelstände beseitigte. Diese Projektionsokulare besitzen dieselbe äufsere Form eines Okulars, welches genau wie ein solches durch Einschieben in den Tubus mit dem Objektiv verbunden werden kann. Es besitzt, wie das gewöhnliche Okular, eine Kollektivlinse, während die Augenlinse aus einem Linsensystem besteht, welches nach Art der Photographenobjektive sphärisch und chromatisch korrigiert ist und somit ein ebenes Bild liefert, welches frei von Fokusdifferenz und sekundärer Farbenabweichung ist. Zwischen dem Kollektiv und dem Linsensystem ist zur Begrenzung des Bildfeldes ein Diaphragma eingeschaltet, welchem das Linsensystem durch einfaches Drehen mehr oder weniger genähert werden kann. Die Projektionsokulare, welche die Firma Hartnack liefert, sind nach demselben Prinzip gebaut und geben mustergültige Resultate. Sie lassen sich ebensogut für gewöhnliche Objektive, wie für die Apochromate verwenden. Projektionsokular No. II giebt bei einer Tubuslänge von 160 mm das zweifache, No. IV das vierfache von der direkten Vergröfserung bei gleichem Plattenabstand.

Das Verfahren, mit Hilfe des Projektionsokulars ein Bild auf der Visierscheibe zu entwerfen, ist folgendes. Nach Einstellung des Präparats mittelst eines gewöhnlichen Okulars, entfernt man dasselbe und ersetzt es durch das Projektionsokular

und sucht durch Heraus- und Hereindrehen der vorderen Linse die Begrenzung der im Okular befindlichen Blende auf der Visierscheibe möglichst scharf einzustellen. Dann stellt man mit Hilfe der Mikrometerschraube das Bild auf der Visierscheibe scharf ein.

f) Die Vergröfserung.

Wie schon in der Einleitung erwähnt wurde, besteht ein nicht zu unterschätzender Vorteil der Mikrophotographie in der leichten und ungemein genauen Berechnung der erzielten Vergröfserung, so dafs man auf dem fertigen Bilde mit einem Zirkel oder Mafsstab die gewünschten Messungen vornehmen kann und dabei sicher sein kann, vollkommen richtige Zahlen zu erhalten.

Die Bestimmung der Vergröfserung eines auf die Visierscheibe entworfenen Bildes erfolgt folgendermafsen. Ohne an dem Apparat etwas zu verändern, vertauscht man das eingestellte Präparat mit einem Objektmikrometer, welcher beispielsweise mit einer Teilung von 0,01 mm versehen ist. Erscheint ein solcher Teilstrich auf der Visierscheibe 10 mm grofs, so ist die Vergröfserung eine 1000 fache. Auf gleiche Weise kann man sich berechnen, welcher Bildabstand unter sonst gleich bleibenden Verhältnissen erforderlich ist, um das Bild 500, 300, 200 fach erscheinen zu lassen. Vorteilhaft ist es sich alle Daten, welche zum Erreichen einer gewissen Vergröfserung erforderlich sind, Objektiv, Projektionsokular, Länge der Kamera, des Tubus zu notieren, um nicht jedesmal von neuem die Vorversuche machen zu müssen.

Welche Vergröfserung sollen wir bei der Abbildung mikroskopischer Objekte wählen? Eine Zeit lang war man der Ansicht, das man mit Hilfe der Mikrophotographie die Vergröfserungen bis in das Unendliche treiben könnte, zumal die nachträgliche Vergröfserung der Originalaufnahme diese Möglichkeit erleichterte. Dies Verfahren, welches der Mikrophotographie nur zum Schaden gereichte, wurde bald verlassen und gilt jetzt als Regel, nie stärkere, aber auch nie schwächere Vergröfserungen zu wählen, als das klare Erkennen aller Einzelheiten im Bilde unbedingt erheischt. Bisweilen empfiehlt sich eine nachträgliche Vergröfserung des Negativs um das 2—3 fache, um besonders dem weitsichtigen Auge das Erkennen feiner Einzelheiten zu erleichtern. Histologische Präparate wird man in der Regel nicht über 200 fach vergröfsert aufnehmen. Bei Bakterien- und Kokkenaufnahmen empfiehlt es sich eine 1000 fache Vergröfserung zu wählen. Bei Schnittpräparaten, in denen es mehr auf die Lagerung als auf die Form der Bakterien ankommt, reicht im allgemeinen eine Vergröfserung von 500 linear aus, Diatomeenaufnahmen erfordern je nach der Feinheit der Zeichnung Vergröfserung von 100—1000 fach. Bei Amphipleura pellucida erscheinen die feinsten Einzelheiten erst bei 1000 facher Vergröfserung dem Auge deutlich erkennbar.

Für schwache Vergröfserung hat Zeiss Apochromate von 70 mm und 16 mm Brennweite konstruiert und Hartnack solche von 54 mm und 27 mm Brennweite, so dafs man mit diesen im stande ist, Vergröfserungen von 15—150 fach herzustellen. Für mittelstarke Vergröfserung eignen sich die Systeme No. IV und No. VII von Hartnack. Für die stärksten Vergröfserungen sind unbedingt die Apochromate Hartnacks die besten Objektive, mit denen man auch die besten Resultate erzielt.

g) Die Präparate.

Es gilt als allgemeiner Grundsatz, dafs ein gutes Präparat eine wesentliche Bedeutung für das Gelingen eines guten Photogramms ist. Wenn es mitunter schon schwer ist, eine für die Okularbetrachtung günstige Stelle in einem Präparate zu finden, die alles das zeigt, was in dem fertigen Bilde zu sehen sein soll, so werden wir doch öfter enttäuscht, wenn wir im Photogramm Dinge bemerken, wie Abbildungen von Farbstoffniederschlägen, Fremdkörper, welche das Auge zu übersehen gewohnt ist, die aber die Platte mit untrüglicher Genauigkeit mit abbildet und dadurch die Schönheit des Bildes beeinträchtigt. Bei Herstellen der Präparate ist daher auf Reinheit der Farbstoffe, soweit es sich um gefärbte Präparate handelt, zu achten sowie das Auftreten von Luftblasen zu vermeiden. Schnittpräparate sind möglichst dünn herzustellen, was bei der grossen Vollkommenheit der Mikrotome leicht gelingt.

Für die Aufnahme ist die Farbe, mit welcher die Objekte gefärbt sind, von besonderer Wichtigkeit. Wäre Schwarzfärbung oder Braunfärbung der Präparate zu erreichen, so wäre manche Schwierigkeit für den Mikrophotographen gehoben. Leider lassen sich die wenigsten Präparate namentlich die Bakterienpräparate nicht schwarz färben. Man ist daher auf ein Mittel verfallen, jegliche Farbe sowohl für die Netzhaut, wie für die lichtempfindliche Platte in eine schwarze umzuwandeln, Dies erreicht man, indem man das Licht durch geeignet gefärbte Lichtfilter leitet, welche das Spektrum der Farblösungen auslöschen. Das Spektrum von Fuchsin, Methylenblau, Gentianaviolett wird beispielsweise durch Lichtstrahlen, welche durch eine mit der bekannten Zettnowschen Flüssigkeit gefüllte Cuvette geleitet sind, ausgelöscht. Es erscheinen demnach Präparate, welche mit diesen drei Farbstoffen gefärbt sind, bei Anwendung des Zettnowschen Filters, schwarz auf grünem Grunde. Je weniger intensiv das Präparat gefärbt ist, desto gesättigtere Lösungen hat man für die Lichtfilter zu verwenden.

Es bleibt noch zu erörtern die Art der Entstehung des Bildes bei ungefärbten und bei gefärbten Präparaten.

Bei ungefärbten Präparaten entsteht ein Bild dadurch, dafs die durch das Einschlufsmedium und Objekt hindurchtretenden Lichtstrahlen Diffraktionserscheinungen hervorrufen, welche sich als Licht und Schattenpartien auf der photogra-

phischen Platte abbilden. Wir wissen nun, dafs diese Diffraktionserscheinungen um so stärker auftreten, je kleiner der Einfallskegel der Beleuchtung ist. In der Anwendung der jedem Abbéschen Beleuchtungsapparat beigegebenen Blenden haben wir es in der Hand die Breite des Beleuchtungskegels einzuschränken. Man darf aber diese Einengung des Beleuchtungskegels nicht zu weit treiben, da man leicht helle Säume erhält, welche alle Linien im Bilde umgeben und die Deutlichkeit der Zeichnung beeinträchtigen. Aufserdem verliert das Bild sehr an Helligkeit, so dafs die Platten unnötig lange belichtet werden müfsten.

Bei der Aufnahme von Diatomeen, welche einen Brechungsindex von 1,5 haben, mufs das einschliefsende Medium von sehr hohem Brechungsindex sein, um die Diffraktionserscheinungen in genügendem Mafse hervorzurufen. Deshalb sind die schwer zu lösenden Diatomeen Amphipleura pellucida, Surirella gemma etc. in brechende Medien gebettet, welche einen Brechungsindex von 2,1—2,4 haben, Phosphor, Realgar, leichter zu lösende in Zinnchlorür, Jodkalium-Quecksilberjodid, Monobrom-Naphtalin. In diese eingebettet erhält man von ihnen vortreffliche Resultate.

Bei gefärbten Präparaten geschieht die Darstellung nicht durch Differenzierung im Brechungsvermögen, sondern durch Absorptionserscheinungen. Diese kommen dann zu stande, wenn der Beleuchtungskegel ein möglichst grofser ist; dies bewirkt der Abbésche Kondensor mit offener Blende. Die Beleuchtung mit vollem Abbéschen Kondensor vernichtet das Strukturbild, isoliert das Farbenbild. Durch diese Beleuchtung hauptsächlich bei Bakterienaufnahmen in Schnitten, wird vermieden, dafs namentlich kleine gefärbte Bakterien durch die Konturen der Gewebsteile, wenn sie sichtbar sind, verdeckt werden. Daher gilt bei Aufnahme von ungefärbten Präparaten die Regel, Abbéscher Kondensor, enge Blende, bei gefärbten offner Kondensor.

Die photographische Aufnahme und die Herstellung des Negativs.

In diesem Abschnitte soll kurz das Verfahren geschildert werden, welches wir zur Aufnahme eines Bakterienpräparates mit unserem Apparate anwenden und lassen wir eine kurze Beschreibung desselben folgen.

Der Apparat besteht aus zwei Teilen, einem sogenannten photographischen Stativ, welches das Mikroskop und den Beleuchtungsapparat trägt und einem festen eichenen Tische, auf welchem die Kamera sich befindet.

Das photographische Stativ ist von Eisen, hat Vorrichtungen, um die auf dem-

selben befindliche optische Bank zu heben und zu senken, seitlich wie nach vorn und hinten zu bewegen, um genaue Zentrierung zu ermöglichen. Das Mikroskop ist an dem einen Ende mit umgelegtem Fufs festgeschraubt und überragt das Brett mit dem Tubus. Das Stativ trägt aufserdem die beleuchtende Lampe, die Lichtfilter und eine Konvexlinse, welche auf einem festen Stativ mit Kugelgelenk in jede Lage zu bringen ist.

Die Kamera steht auf dem mit einem Laufbrett versehenen eichenen Tisch ca. 50 cm vom Tubusende des Mikroskops entfernt. Durch das Laufbrett kann die Kamera, welche an ihrem vorderen Ende ein messingenes Rohr trägt, dem Tubus genähert werden. Die lichtdichte Verbindung geschieht in der oben beschriebenen Weise, die von Zeiss angegeben ist. Die Kamera ist eine gewöhnliche Reisekamera (Format 13/18), welche durch einen verlängerten Balgen sich bis auf $1^1/_2$ Meter ausziehen lässt. Die Verlängerung der Mikrometerschraube wird durch Schnurlauf, wie er oben beschrieben ist, hergestellt. Diese Einrichtung, die jeder geschickte Tischler herstellen kann, ist praktisch und vor allem billig.

Hat man diesen Apparat in der beschriebenen Weise aufgestellt, die Zentrierung des Beleuchtungsapparats, des Mikroskops und Kamera hergestellt, kann man zur Aufnahme schreiten. Man entfernt durch Zurückschieben des Laufbrettes die Kamera von dem Mikroskop, stellt mit einem gewöhnlichen Okular und einem Apochromaten das aufzunehmende Präparat ein. Darauf vertauscht man das gewöhnliche Okular mit dem Projektionsokular und reguliert die Schärfe noch einmal mit der Mikrometerschraube. Dann legt man den Schnurlauf für die Verlängerung der Mikrometerschraube an und verbindet durch heranschieben der Kamera an den Tubus beide lichtdicht.

Jetzt wird auf der matten Scheibe das vergröfserte Bild des Präparates, wenn auch unscharf, zu sehen sein. Die zu erreichende Vergröfserung hat man vorher auf die beschriebene Weise mit Hilfe eines Objektivmikrometers festgestellt. Zur scharfen Einstellung genügt bei den stärksten Vergröfserungen, also wie in unserem Fall bei einer Bakterienaufnahme in 1000 facher, die matte Scheibe nicht. Dieselbe besitzt ein zu grobes Korn, welches scharfe Einstellung, namentlich wenn man sich eines grünen Lichtfilters bedient, der die Lichtstärke sehr herabsetzt, nicht erlaubt. Man ersetzt deshalb die matte Scheibe durch eine Glasscheibe, welche auf ihrer Rückseite ein eingeritztes Kreuz trägt. Mit einer Lupe, welche so eingestellt ist, dafs das Kreuz beim Aufsetzen der Lupe auf das Glas scharf erscheint, bewirkt man die feinste Einstellung, indem man die Mikrometerschraube durch den Schurlauf hin und her bewegt, bis die Konturen der Bakterien scharf erscheinen. Gröfstmögliche Schärfe ist erreicht, wenn bei geringfügigster Drehung der Mikrometerschraube die Umrisse sofort verwaschener werden. Nachdem so alles zur Aufnahme vorbereitet ist, wird in der Dunkelkammer die lichtempfindliche Platte, welche in unserem

Falle eine farbenempfindliche sein mufs, da wir mit einem gelbgrünen Filter arbeiten, in die Kassette mit der Schichtseite nach dem Kassettenschieber gerichtet, gelegt. Farbenempfindliche Platten werden von mehreren Firmen: Perutz-München, Schleussner-Frankfurt a/Main, Schippang-Wehenkel-Berlin angefertigt. Bei diesen Platten ist ein gewisser Farbstoff Eosin und Erythrosin der fälschlich Emulsion genannten Bromsilber-Gelatine vor dem Giefsen der Platten zugeführt.

Durch die der Emulsion beigemischte rote Farbe wird die Empfindlichkeit derselben für gelbgrüne Strahlen erhöht. Eine andere Methode farbenempfindlicher Platten zu schaffen besteht darin, dafs man die gewöhnlichen Trockenplatten vor dem Gebrauch in einer Lösung von Erythrosin badet. Die Lösung stellt man sich auf folgende Weise her: man löst 1 Gramm Erythrosin in 500 ccm Alkohol auf. Von dieser Lösung nimmt man 5 ccm auf 200 ccm Wasser, worin man die Platten in der Dunkelkammer 60—70 Sekunden badet unter steter Bewegung der Schale. Darauf werden die Platten getrocknet.

Platten, welche in der Emulsion gefärbt sind, halten sich länger als die sogenannten Badeplatten, letztere höchstens 4 Wochen, danach tritt Neigung zur Verschleierung ein. Hat man die Kassette mit der Platte beschickt, so überzeugt man sich, ehe man dieselbe in die Kamera schiebt, nochmals, ob die Einstellung eine tadellose ist. Nachdem man sich davon überzeugt hat und etwaige Unschärfe verbessert hat, schiebt man die Kassette nach Herausnahme der Visierscheibe in den hinten an der Kamera angebrachten Rahmen. Dies mufs um Erschütterung zu vermeiden mit grofser Vorsicht geschehen. Mit gleicher Vorsicht öffnet man, nachdem man das Gesichtsfeld durch Einschalten einer schwarz gefärbten Pappscheibe zwischen Beleuchtungsapparat und Lichtquelle verdunkelt hat, den Kassettenschieber. Man entfernt dann die Pappscheibe so lange die Exposition dauern soll. Darauf ist der Kassettenschieber zu schliefsen. Um das Eindringen von Nebenlicht zu vermeiden, deckt man während der Belichtung ein schwarzes Tuch über die Kassette.

Über die Dauer der Belichtung lassen sich bestimmte Regeln nicht geben. Dieselbe ist abhängig von der Stärke der Lichtquelle, der Empfindlichkeit der Platte, der Lichtstärke der Objektive, der Konzentration des Lichtfilters. Es empfiehlt sich daher, um die richtige Expositionszeit zu ermitteln, den Schieber der Kassette nur ein wenig zu öffnen, eine gewisse Zeit exponieren, dann die Belichtung unterbrechen, den Schieber weiter aufziehen, wieder eine gewisse Zeit exponieren und so fort, bis man die ganze Platte belichtet hat. Man hat dann eine Platte, auf welcher Aufnahmen von verschiedener Belichtungsdauer vorhanden sind. Bei der Entwickelung ersieht man dann nach der Art, wie sich die einzelnen Teile bei der Hervorrufung verhalten, welche Expositionszeit die richtige war. Nur bei richtiger Belichtung der Platte erhält man gut durchgearbeitete an Halbtönen reiche Negative.

Bei zu kurzer Belichtung werden die Negative zu hart, d. h. es fehlt der Übergang zwischen Licht und Schatten, bei zu langer Belichtung tritt Verschleierung ein und man erhält ein Negativ, welches die bekannten grau in grau gehaltenen Abzüge liefert.

Nach Beendung der Exposition bringt man die Kassette mit der belichteten Platte in die Dunkelkammer zurück, um sie zu entwickeln. Die Dunkelkammer besteht aus einem Raum, der vollständig verfinstert werden kann, so dafs auch nicht die geringste Spur Tageslicht eindringen kann. Es empfiehlt sich für den Mikrophotographen, sich einer in der Intensität konstant bleibenden Lichtquelle in der Dunkelkammer zu bedienen. Die bei Fachphotographen übliche Methode, das notwendige rote Licht durch rote Verglasung eines kleinen Fensters herzustellen, empfiehlt sich deswegen nicht, da der Mikrophotograph seine Aufnahmen teils bei Tage, teils bei Abend zu machen gezwungen ist und sich abends doch einer künstlichen Lichtquelle bedienen müfste.

Man wird deshalb, um die richtige Dichtigkeit von Negativen leichter beurteilen zu können, sich mit Vorteil einer stets konstant bleibenden Lichtquelle bedienen, nämlich einer Lampe, welche eine Umhüllung (Zylinder) von rubinrotem Glase besitzt. Die aus den photographischen Handlungen bezogenen Zylinder sind meist auf Undurchlässigkeit von aktinischen Strahlen geprüft.

Hat man in der Dunkelkammer die Platte aus der Kassette genommen, so erblickt man auf derselben keine Spur eines Bildes. Dasselbe ist latent und wird erst durch die Behandlung mit der Entwickelungsflüssigkeit hervorgerufen. Es giebt eine Menge solcher Entwickler; dieselben werden in gebrauchsfertigem Zustande von den photographischen Handlungen geliefert.

Ein guter Entwickler, welcher gut durchgearbeitete glasklare Negative liefert, ist der Hydrochinonentwickler, der nur den Nachteil hat, dafs seine Temperatur nicht unter 14° sinken darf, da sonst die Entwickelung sehr langsam vor sich geht.

Der Hydrochinonentwickler, wie er von uns angewendet wurde, hat folgende Zusammensetzung:

Hydrochinon	1	Teil.
Natriumsulfit	4	„
Kali carbonic.	5	„
Wasser	20	„

Beim Gebrauch nimmt man 1 Teil Lösung auf 5 Teile Wasser und setzt 5 ccm Kalilauge zu.

Die Platte wird mit der Schicht nach oben in eine Schale gelegt, die bei einer Plattengröfse von 9/12 cm 60—100 ccm des Entwicklers enthält und zwar achtet man darauf, dafs der Entwickler sofort gleichmäfsig die Platte bedecke. Während der Hervorrufung bewege man die Schale hin und her. Nach ca. $^1/_2$ Minute beginnt das Bild bei richtiger Belichtung dem Auge sichtbar zu werden und ist meist

in 2—5 Minuten fertig. Man kontrolliere während dieser Zeit die Entwickelung von Zeit zu Zeit, indem man es kurze Zeit in der Durchsicht gegen das rote Licht der Laterne betrachtet. Im allgemeinen kann man als Regel aufstellen, dafs die Entwickelung beendet ist, wenn das Bild anfängt auf der Rückseite sichtbar zu werden. Dies gilt aber nur bei Platten, welche eine mittelstarke Schicht haben. Die Übung und das Einarbeiten auf bestimmte Platten wird den Mikrophotographen bald zu befriedigenden Resultaten gelangen lassen.

Erscheint das Bild sehr schnell und treten gleichzeitig alle vom Licht mehr oder weniger getroffenen Teile der Platte gleichmäfsig hervor und belegen sich mit einem grauen Schleier, so ist dies ein Zeichen von Überexposition. In diesem Falle mufs man, um noch ein einigermafsen kontrastreiches Negativ zu erlangen, den Entwickler verdünnen und 1—3 Tropfen einer 10% Bromkalilösung hinzufügen.

Unterexposition dokumentiert sich durch langsames Erscheinen des Bildes, ohne dafs in den Schattenpartien Details zu erkennen sind. Durch Verstärkung des Entwicklers und längeres Entwickeln läfst sich meist das Negativ noch retten, doch ist dasselbe immer etwas hart, häufig nicht zum Schaden vieler mikrophotographischen Aufnahmen.

Nachdem man die Entwickelung beendet hat, nimmt man die Platte aus der Schale und spült sie mit Wasser gut ab. Dann wird dieselbe in das Fixierbad, eine 12% wässerige Lösung von unterschwefligsaurem Natron, gelegt, in welchem das nicht reduzierte Bromsilber gelöst wird. In diesem Bade bleiben sie so lange bis jede Spur von dem weifsen Bromsilber, von der Rückseite der Platte aus gesehen, verschwunden ist. Die fixierten Platten müssen nun mehrere Stunden gewässert werden, um das Natron aus der Bildschicht zu entfernen.

Die farbenempfindlichen Platten, welche mit Erythrosin gefärbt waren, verlieren beim Wässern die rosenrote Farbe. Nach genügendem Auswässern trocknet man die Platten bei Zimmertemperatur und lackiert das getrocknete Negativ, um die zarte Bildschicht vor Beschädigung zu schützen.

Ist ein Negativ schleierfrei aber zu dünn und ohne Kraft, so empfiehlt es sich, dasselbe auf folgende Weise zu verstärken. Man legt dasselbe in eine Lösung von:

Sublimat	2	g
Bromkali	2	„
Aq. dest.	100	„

Daraut, sobald das ganze Bild auch auf der Rückseite weifs erscheint, spült man dasselbe ab und legt es in eine Lösung von:

Schwefligsaurem Natron	10,0
Aq. dest.	100,0,

worin man die Platte so lange beläfst, bis sie durch und durch schön grauschwarz

geworden ist, dann wird sie durch Einlegen in öfter gewechseltes Wasser gut gewaschen und getrocknet.

Um ein gleichmäfsiges Abschwächen zu dichter Negative zu erzielen, eignet sich eine Mischung von 5—10 ccm, einer Lösung von rotem Blutlaugensalz (1:10 aq.) auf 100 ccm Fixiernatronlösung (1 : 8 aq.), in die man die Platten legt.

Wenn wir in der Einleitung die Behauptung aufstellten, dafs die photographische Platte nur dann objektiv wahre Bilder zeigt, wenn sie von einem geschickten und die photographische Kunst vollständig beherrschenden Mikrophotographen hergestellt sind, so wird dieselbe wohl jedem einleuchten, der die Resultate betrachtet, die er durch falsche Behandlung der Platte, zu kurze oder zu lange Exposition erhält. Bei zu langen oder zu kurzen Expositionen gehen Einzelheiten verloren, vielleicht gerade die wichtigsten. So sind die Geifseln der Bakterien durch Überlichtung leicht zum Verschwinden zu bringen, ebenso können dieselben durch zu langes Entwickeln durch eine dicke Silberschicht unsichtbar gemacht werden. Selbst beim Kopieren können je nach der Art des zu benützenden Positivpapieres grofse Unterschiede hervorgerufen werden. Dies beweist wohl zur Genüge die Richtigkeit unserer Ansicht über die Objektivität, welche die Mikrophotographie liefert.

Über die Negativretouche von mikrophotographischen Aufnahmen können wir uns kurz fassen; jede Art Retouche und Einzeichnen in ein mikrophotographisches Negativ ist streng zu verwerfen. Das einzige, was erlaubt wäre, ist das Ausflecken solcher Stellen der Schicht des Negativs, welche sich als Fehler in der Präparation der Platten, sofern sie sich dem kundigen Auge als solche dokumentieren. Diese Fleckchen, welche meist durch Staubpartikelchen, die bei dem Giefsen und Trocknen der Platten auf dieselben gefallen sind, entstehen, gehören nicht zu dem Photogramm und sind nicht auf Konto der Aufnahme zu setzen und daher zu beseitigen.

Der Positiv-Prozefs.

Um von einem Negativ einen Abdruck herzustellen, legt man das zu kopierende Negativ in einen sogenannten Kopierrahmen, bedeckt dasselbe mit dem lichtempfindlichen Papier, dafs die empfindliche Seite die Bildschicht unmittelbar berührt, und schliefst den Rahmen und setzt ihn dem zerstreuten Tageslicht aus. Von Zeit zu Zeit kontrolliert man in einem halbverdunkelten Zimmer den Fortgang des Kopierens. Ist das Bild dunkel genug (es mufs etwas dunkler kopiert werden, als es endgültig werden soll), öffnet man den Rahmen, um mit dem Bilde den Tonungs- und Fixierungsprozefs vorzunehmen. Unter den zu benutzenden licht-

empfindlichen Papieren steht das Chlorsilbergelatine-Papier — das sogenannte Aristopapier — obenan. Dasselbe giebt ausgezeichnete Kopien, ist haltbar und leicht zu behandeln.

Nach dem Kopieren werden die Bilder getont und fixiert, was aber nicht gleich zu geschehen braucht, da die Abzüge, vor dem Licht geschützt, sich wochenlang unverändert halten und man damit warten kann, bis sich eine genügende Anzahl Kopien angesammelt hat.

Zuerst werden die Bilder ausgewaschen. Man legt die Abzüge einen nach dem anderen mit der Bildseite abwärts in reines Wasser, welches man so oft erneuert, bis es nicht mehr milchig wird. Das Waschen nehme man wegen der grofsen Empfindlichkeit nicht in hellem Licht vor.

Zum Tonen der Bäder haben sich folgende Goldbäder gut bewährt:

1. Goldbad.

1000 g Wasser
30 g doppeltgeschmolzenes essigs. Natron
1 g Chlorgold.

2. Goldbad.

1000 g Wasser
20 g phosphorsaures Natron
1 g Chlorgold.

Diese Bäder müssen wenigstens einen Tag vor dem Gebrauch angesetzt werden und halten sich sehr lange, wenn man vor jedesmaligem Gebrauch etwas Chlorgoldlösung 1 : 100 zusetzt. Je schwächer das Goldbad, desto gleichmäfsiger und schöner tont es. Die Bilder müssen darin in Bewegung gehalten werden. Sie werden anfangs gelb, dann braun und purpurbräunlich; wenn dieser Ton in der Aufsicht erzielt ist, nimmt man sie heraus und bringt sie ins Fixierbad. Dasselbe besteht aus:

1000 g Wasser
50 „ Alaun
200 „ unterschwefligsaures Natron

Wenn die Bilder in der Durchsicht das maserige trübe Aussehen verloren haben, ist die Fixierung beendet; hierzu sind fünf bis zehn Minuten erforderlich. Jetzt wasche man die Bilder in reinem 8—10 Mal gewechseltem Wasser während mehrerer Stunden recht gut aus.

Ein einfacheres jetzt meist geübtes Verfahren, weil bequemer, ist durch die Verwendung des Tonfixierbades im Gebrauch; durch das Tonfixierbad werden die Bilder zu gleicher Zeit getont und fixiert.

Das Tonfixierbad wird auf folgende Weise bereitet:

800 g Wasser
200 „ unterschwefligsaures Natron
20 „ Schwefelcyanammonium
15 „ essigsaures Natron
250 „ gesättigte Alaunlösung.

In diese Lösung giebt man einige Abschnitte gesilberten Papiers hinein, läfst einen Tag stehen und filtriert. Dann giebt man folgende Lösung hinzu:

200	g	Wasser
1	„	braunes Chlorgold
2	„	Chlorammonium.

In dieses Bad legt man die Bilder, ohne sie vorher zu waschen, und läfst sie so lange darin, bis der gewünschte Ton erreicht ist. Je älter das Bad ist, desto schöner tont es.

Für Mikrophotogramme empfiehlt es sich, denselben einen Hochglanz zu verleihen, da die Bilder dadurch eine aufserordentliche Tiefe erlangen und die feinsten Einzelheiten, wie Geifselfäden erst nachdem die Bilder Hochglanz besitzen, deutlich hervortreten. Hochglanz kann man auf zweierlei Arten erreichen. Erstens, indem man die noch nassen Bilder auf eine mit einem nassen Schwamme abgeriebene Emaille- oder Ferrotyp-Platte aufquetscht. Man entferne etwaige Luftblasen, indem man die Rückseite der Bilder mit Fliefspapier bedeckt und vorsichtig mit einem Kautschukquetscher darüber hinfährt. Nach dem Trocknen springen die Bilder hochglänzend ab. Eine zweite Methode, den Bildern Hochglanz zu verleihen, besteht in der Anwendung einer Heifssatiniermaschine.

Weit schöner wie auf Albuminpapier werden die feinsten Details des Negativs im Diapositiv oder Transparentpositiv wiedergegeben. Dieses eignet sich auch für die Projektion mittelst des Scioptikons. Bei der Herstellung eines Diapositivs verfährt man folgendermafsen: das zu kopierende Negativ wird in einen gewöhnlichen Kopierrahmen gelegt, darüber eine nicht exponierte Bromsilbergelatineplatte derart, dafs sich Bildschicht und präparierte Seite der Platte berühren. Mit Hilfe des Deckels prefst man die beiden Platten fest aneinander. Die Exposition geschieht vor einer kleinen Petroleumlampe, indem man den Rahmen ca. 30 cm entfernt von der Flamme hält. Zur Belichtung genügen je nach der Dicke des Negativs 10—60 Sekunden. Die Entwickelung und Fixierung der auf diese Weise belichteten Platte geschieht wie bei jedem Negativ. Vorteilhaft erweist sich nach dem Fixieren und Auswässern eine Klärung der Platten vorzunehmen, wofür sich folgende Lösung eignet:

Alaun	50 g
Chromalaun	10 „
Eisenvitriol	50 „
Schwefelsaures Ammoniak	20 „
Wasser	900 „

Nachdem dies gelöst, setzt man 10 g konzentrierter Schwefelsäure hinzu.

Ein derartiges Diapositiv gewinnt ungemein, wenn man es mit einer matten Scheibe von allerfeinstem Korn bedeckt.

Vervielfältigungsmethoden für Illustrationszwecke, namentlich für Mikrophotographie.

In neuester Zeit sind verschiedene Verfahren der Reproduktion von Photogrammen in Anwendung gekommen, unter denen hauptsächlich vier Druckmethoden in Betracht kommen.

1. Der Zinklichtdruck (Autotypie).
2. Der Kupferlichtdruck (Heliogravüre oder Photogravüre).
3. Der Lichtsteindruck (Photolithographie).
4. Die Albertotypie, auch schlechtweg Lichtdruck genannt.

Jede dieser Vervielfältigungsarten hat ihre Vorzüge und ihre Nachteile. Keine aber erfüllt die Anforderung, die ein Mikrophotograph stellen zu müssen glaubt, welche die Wiedergabe der allerfeinsten Striche und Zeichnung betrifft, völlig.

Unter den Reproduktionsmethoden liefert die Autotypie die am wenigsten befriedigenden Resultate. Trotzdem bleibt wegen der direkten Verwendung derselben im Buchdruck die Autotypie für den Mikrophotographen unentbehrlich, da nicht besondere Tafeln nötig sind und das Verfahren ein äufserst billiges ist. Gleichwohl werden zartere mit feinen Details versehene Objekte in dieser Methode nur bescheidenen Anforderungen genügen.

Der Kupferlichtdruck oder Photogravüre giebt die Einzelheiten des Negativs scharf wieder und zeichnet vortrefflich in Halbtönen. Wenn auch der Druck das beste leistet, so steht der allgemeinen Verwendbarkeit nur der hohe Preis im Wege. Die Herstellung erfolgt mit der Handdruckpresse, woraus sich der hohe Preis erklärt.

Der Lichtdruck ist das in neuester Zeit am meisten angewendete Reproduktionsverfahren. Es beruht das Verfahren darauf, dafs eine Gelatinechromschicht die Fähigkeit besitzt, an belichteten Stellen fette Farben anzunehmen. Der Lichtdruck giebt auch die Halbtöne wieder, doch nicht alle feinen Einzelheiten in tadelloser Schärfe. Nur in dem sogenannten Obernertterschen Glanzlichtdruck werden auch diese mit grofser Schärfe wiedergegeben, doch sind leider auch die Herstellungskosten um so höher. Nächst der Heliogravüre sind die Glanzlichtdrucke bis jetzt das Vollkommenste.

Der Lichtsteindruck oder die Photolithographie beruht auf der Herstellung eines Bildes in fetter Schwärze auf lithographischem Stein mit Hilfe der Photographie. Der Mangel einer getreuen Wiedergabe feiner Einzelheiten läfst das Verfahren für die Mikrophotographie als ungeeignet erscheinen.

Die diesem Werke beigefügten Tafeln sind durch Lichtdruck von der Firma Alb. Frisch-Berlin hergestellt.

Morphologie

und

Biologie der Bakterien.



Die Bakterien sind äufserst kleine, einzellige, organische Lebewesen, die zu den niedrigsten Pflanzen gehören, in ihren Zellen meistens kein Chlorophyll eingeschlossen enthalten, in physiologischer und morphologischer Hinsicht den Pilzen und chlorophylllosen Algen nahe stehen, und sich durch Spaltung vermehren.

Das Verdienst, ein System der Bakterien aufgestellt zu haben, welches dieselben nach der äufseren Form anordnet, also ein künstliches ist, kommt Ferdinand Cohn zu. Er teilt die Bakterien ein in: Kugelbakterien (Kokken), Stäbchenbakterien (Bacillen) und Schraubenbakterien (Spirillen). De Bary veranschaulicht diese drei Hauptformen durch eine Billardkugel, einen Bleistift und einen Korkzieher.

Die Zelle der Bakterien zerfällt in zwei Hauptteile, den Kern und die ihn umschliessende Hülle. Die starre oder elastische Hülle besteht aus einem der Cellulose verwandten Körper, der Kern ist ein Protoplasmakörper, der sich mit Anilinfarbstoffen und Jodlösung färben läfst. Die Bakterienleiber enthalten 76—82% Wasser, in der Trockensubstanz der Bakterienzelle sind ca. 60% eiweifsartige Stoffe enthalten, aufserdem sind in ihr Lecithin, Adenin, Guanin, Xanthin, Hypoxanthin und Kohlehydrate nachgewiesen worden.

Die Gröfse der Bakterien schwankt den Längsmafsen nach zwischen 0,10—2,20 μ, das Gewicht eines einzelnen Individuums ist durch Zahlen, seiner Winzigkeit wegen, überhaupt nicht ausdrückbar. Die Bakterien gedeihen am besten auf Nährböden, die reich an stickstoffhaltiger Substanz sind, hauptsächlich sind es die Eiweifskörper, welche ihnen in mannigfachster Form zur Nahrung dienen, bei vielen Bakterienarten spielt aufser der Reaktion des Nährbodens auch die Temperatur eine erhebliche Rolle für das Fortkommen derselben. Eine Temperatur von 50—60° C bringt die meisten Bakterienformen in kurzer Zeit zum Absterben, die pathogenen Formen gedeihen am besten bei Brutwärme, die saprophytischen Bakterien bei 18—24° C. Gegen Kälte sind die Bakterien weniger empfindlich, selbst Temperaturen von 100° C.

bringen einige Bakterienarten noch nicht zum Absterben, im allgemeinen werden Temperaturen von —10° C auch für längere Zeit gut ertragen. Verdünnte Lösungen von Metallsalzen, z. B. Quecksilberchlorid und auch Teerprodukte, wie Karbolsäure, Kreosot, ferner Chlorwasser, Chamäleonlösung töten in starker Verdünnung in kurzer Zeit die Bakterien ab. Die Wachstumsbedingungen der Bakterien sind aber auch noch von den sie umgebenden Gasarten abhängig. Hiernach zerfallen die Bakterien in zwei Gruppen, in die aëroben Bakterien, welche sich nur bei Gegenwart genügender Mengen freien Sauerstoffes entwickeln können, und in die anaëroben Bakterien, deren Wachstum bei Anwesenheit geringer Mengen Sauerstoff aufhört. Überall finden sich in der Natur die Bakterien vor, im Boden, in der Luft, im Wasser, auf Pflanzen und auf der Oberfläche und im Darmtraktus der Tiere, die pathogenen Bakterienarten finden sich bei krankhaften Zuständen in den Organen und im Blute der Menschen und Tiere. Wie mannigfaltig in der Natur das Bakterienleben entwickelt ist, zeigt Fig. 1 auf Tafel I. In dem faulenden Wassertröpfchen finden sich neben den vorzugsweise vorhandenen langen Stäbchenformen kurze Bacillen, grofse und kleine Kokken, Vibrionen- und Spirillenformen.

Die Bakterien bilden durch ihren Lebensprozefs auf organischen Nährböden durch chemische Umsetzung derselben Stoffwechselprodukte, welche teils gasförmige, teils feste Verbindungen darstellen.

Zu den Verbindungen, welche sie produzieren, gehören Wasserstoff, Menthan, Schwefelwasserstoff, Aethyl und Methylmecaptan, Ammoniak, Buttersäure, Milchsäure, Valeriansäure, salpetrige Säure und Alkohole. Andere, komplizierte Stoffwechselprodukte sind zumeist der Gruppe der Toxine angehörig, die zu den Eiweifskörpern gerechnet werden.

Nach dieser kurzen allgemeinen Betrachtung können wir zu der Beschreibung der einzelnen Wuchsformen als solchen übergehen.

Fig. 2 Taf. I führt uns Bakterien aus Faeces in Form eines Klatschpräparates vor, das heifst das Präparat ist gewonnen worden, indem ein Deckglas vorsichtig gegen die Gelatineschicht der Reinkultur gedrückt und dann abgehoben wurde ohne den so gewonnenen Abdruck zu verwischen. Wir haben nun auf dem Klatschpräparat die typische Wuchsform der Bakterien erhalten, in diesem Fall sind die ziemlich langen und grossen Bacillen zu langen Fäden aneinandergereiht, die einzelnen gefärbten Individuen sind durch kurze Zwischenräume voneinander getrennt, die Gröfse der einzelnen Exemplare ist schwankend, allen aber kommen die scharf abgekanteten Enden zu. Eine ganz andere Anordnung zeigen die kurzen Bakterien aus Wasser auf Fig. 3 Tafel I. Die Bakterienzellen sind entweder seitlich aneinandergelagert zu zwei oder mehreren Exemplaren oder sie liegen vereinzelt, ihre Enden erscheinen abgerundet, die Konturen sind verschwommen und der Bakterienleib ist von einem feinen Schleim umgeben. Wir haben es hier mit einer

Bakterienart zu thun, bei der die äufsere Hülle gequollen ist und so zum Teil zu Verklebungen der einzelnen Exemplare geführt hat, man nennt diese Form des Wachstums die Zoogloeaform. Bei dem hier wiedergegebenen Präparate ist diese Form noch verhältnismäfsig wenig entwickelt, sehr häufig trifft man Zoogloeen an, bei denen mehrere Bakterien gemeinschaftlich von einer Gallertscheide überzogen sind.

Fig. 4, Tafel I stellt grofse Mikrokokken aus Faeces dar, die grofsen kugeligen Zellen sind in Gröfse und Form wenig variierend, einige länglich erscheinende oder eingekerbte Exemplare sind durch Eintrocknung oder sonstige mechanische Einwirkungen deformiert worden. Die Anordnung ist eine willkürliche, neben einzeln liegenden Exemplaren finden sich auch solche, welche zu mehreren zusammen gedrängt sind.

Liegen die Kokken durchweg zu zweien zusammen, so spricht man von Diplokokken. Fig. 70, Tafel XII zeigt uns den Diplokokkus der Pneumonie. Die kleinen Kokken liegen teils zu zweien in einer sie umschliefsenden gelatinösen Kapsel, die im Photogramm bedeutend heller erscheint als die Kokken, weil sie nur wenig von dem Farbstoff bei der gewöhnlichen Tinktion aufzunehmen vermag. Die Diplokokken der Pneumonie repräsentieren nicht mehr den echten Kokkentypus, sie erinnern in ihrer mehr dem Oval sich nähernden Form schon an die Übergangsstufen zu den Kurzstäbchen. Zu den Bakterienarten, welche diese beiden Formen, Kokken und Kurzstäbchen, überbrückt, gehört der Bacillus (Mikrokokkus) prodigiosus den wir auf Fig. 106, Taf. XVIII vor uns sehen. Während hier einige Individuen entschieden noch die Kokkenform bewahrt haben, erscheinen uns doch wiederum andere so ausgesprochen als Kurzstäbchen, so dafs man wirklich im Zweifel ist, welcher der beiden Gruppen dies Bakterium einzureihen ist.

Die Vermehrung der Bakterien geschieht wie schon anfangs erwähnt durch Spaltung der ursprünglichen Zelle in Mutter- und Tochterzelle, die Zelle teilt sich, indem sie sich in die Länge streckt und in der Mitte so weit einengt bis die vollständige Trennung eingetreten ist, während sich die Bacillen und Spirillen nur nach eine Richtung teilen, wie dies auch bei einigen Kokkenarten der Fall ist, giebt es Kokken, die sich nach 2 oder gar allen 3 Richtungen teilen. Bei der ersteren Art der Teilung bildet sich eine Form aus, die ein aus vielen Individuen bestehendes Quadrat darstellt, man bezeichnet diese Form als Tetragenuskokken.

Fig. 12, Taf. XII, Fig. 78, Taf. XIII und Fig. 79, Taf. XIV stellen den Mikrokokkus tetragenus dar. Die ziemlich grofsen Kokken liegen stark zusammengedrängt, oft als Quadrat erscheinend, sie sind zumeist von einer Kapsel umgeben.

Bei der Teilung nach allen drei Richtungen kommt es zu Bildungen, welche Ähnlichkeit mit Warenballen haben und aus 8 bis 16 Kokken (Sarcineform) bestehen, Fig. 108, Taf. XVIII zeigt uns ein Photogramm von Sarcina aurantiaca, die einzelnen Exemplare liegen hier so dicht aneinander, dafs sie als solche gar nicht zu erkennen sind,

jedoch ist die Warenballenform bei den im linken oberen Gesichtsfelde liegenden Sarcinen ziemlich gut ausgeprägt.

Bilden Kokken Haufen oder traubenförmige Anhäufungen, so nennt man sie Staphylokokken. Fig. 17, Taf. XIII stellt den Staphylococcus pyogenes aureus dar. Die Kokken erscheinen zu Verbänden vereinigt, die unregelmäfsige Traubenform haben.

Pflanzen sich Kokken nach einer Richtung hin fort, so kommt es zuweilen vor, dafs hierbei kettenförmige Anreihungen der Zellen enstehen, die man Streptokokkenform nennt. Als Beispiel zeigt uns Fig. 5 Streptokokken des Erisypels, wir finden hier die Kokken zu kurzen Ketten, aus 4—6 Exemplaren bestehend, und zu langen Kettengebilden, die mehr als 30 Glieder zählen, angeordnet.

Fig. 6 führt uns grofse Spirillen (Spirillum undula) aus faulendem Strohinfus vor. Einige dieser Spirillen zeigen wohlgeformte S-Formen, während andere nur halbkreisförmig gebogen sind. An den Enden dieser Spirillen haften lange schwanzartige Gebilde, sogenannte Geifselfäden, welche sich bei vielen Bakterien finden und als Fortbewegungs- und Haftapparate dienen. Diese Geifseln können entweder an den Enden des Bakteriums angebracht sein, wie dies bei dem Spirillum undula, den auf Fig. 7 wiedergegebenen, langgestreckten Spirillen, bei welchen nicht lange Geifselfäden, sondern Geifselbüschel zur Ortsveränderung dienen und den Choleravibrionen auf Fig. 55, Taf. X, die feine und sehr lange Geifselfäden von den Enden aussenden, der Fall ist, oder aber die ganze Zelle umsäumen. Ein Beispiel hierfür zeigt uns Fig. 8. Die kurzen, dicken Stäbchen sind an allen Stellen mit äufserst langen Geifselfäden besetzt und geben den Bakterien das Aussehen von Spinnen, weshalb man diese Form auch als Spinnenform bezeichnet hat. Ein ähnliches Bild bieten uns die Typhusbacillen in Fig. 20, Taf. IV mit ihren rings um den Bakterienleib haftenden, sehr stark entwickelten Geifseln dar.

Man hat bei den Bakterien zwei Arten von Beweglichkeit zu unterscheiden, 1) die allen Bakterien bei der Beobachtung mit starken Systemen zukommende Brownsche Molekularbewegung, die sich ja auch bei allen anderen kleinsten Körperchen, die in einer Flüssigkeit suspendiert sind, findet; 2) die Eigenbewegung, welche eine grofse Anzahl von Bakterien zeigt und die durch die eben beschriebenen Geifselapparate ausgeführt wird. Bei sämtlichen Spirillen und Vibrionen hat man bisher solche Geifselapparate vorgefunden, ebenso bei den meisten Bacillen, nur bei den Kokken scheinen sie, mit einigen Ausnahmen, völlig zu fehlen, es stimmt das auch mit der Bewegungslosigkeit der Kokken überein. Die Geifseln sind übrigens nicht ohne weiteres in gefärbten oder ungefärbten Präparaten an den Bakterien sichtbar, zunächst mufs man mit möglichst frischen Kulturen arbeiten, um sie überhaupt sichtbar machen zu können, und dann bedarf es für gefärbte Präparate der Anwendung einer ziemlich difficilen Beizungsprozedur vor dem

Färben resp. einer besonderen Spiegelbelichtung für die ungefärbten Präparate, um gute Objekte zu erhalten.

Wir haben zu Anfang gehört, dafs sich für gewöhnlich die Bakterien durch Spaltung fortpflanzen, unter gewissen Umständen kann jedoch die Erhaltung der Art und die Fortpflanzung auf einem anderen Wege stattfinden: durch die Sporenbildung. Wenn sich gewisse Bakterien auf einem ungünstigen oder verderblichen Nährboden befinden, und ihnen der Untergang aus Nahrungsmangel, Temperatur etc. bevorsteht, so schreiten sie zur Sporen- oder Fruchtbildung und schaffen sich hierdurch eine andere Form, die an Resistenz die Bakterien bei weitem übertrifft. Die Sporen sind ungemein unempfindlich gegen äufsere physikalische oder chemische Einflüsse und ertragen oft minutenlang Siedehitze ohne abgetötet zu werden, sie sind daher unter gewöhnlichen Umständen unbegrenzte Zeit lebensfähig.

Gelangt die Spore gelegentlich in ihr günstige Verhältnisse, so keimt sie unter Sprengung der sie umgebenden harten Hülle zum Bakterium aus. Dieser Keim unterscheidet sich durch nichts von den Bakterien seiner Spezies und ist natürlich unter gegebenen Umständen wieder im stande, zur Sporulation zu schreiten. Dann baucht sich an einer Stelle die Membran aus, der Zellinhalt nimmt eine körnige Struktur an und der so gebildete Kern umgiebt sich, nachdem er eine bestimmte Gröfse erreicht hat, mit einer festen Hülle. Jetzt beginnt das Bakterienprotoplasma rings um die Spore herum zu zerfallen und die letztere erscheint schliefslich unter dem Mikroskop als ein hellglänzendes, das Licht stark brechendes Kügelchen. Die Sporenbildung ist fast ausschliefslich nur bei Bacillen beobachtet worden, einzelne Spirillen und Kokken schreiten mitunter auch zur Sporulation.

Man unterscheidet zwei Arten von Sporenbildung, die eben besprochene, die endogene Sporenbildung und die Arthrosporenbildung. Die letztere Art der Sporenbildung geht nach de Bary so vor sich, dafs einzelne Bakterienzellen unter Vergröfserung ihrer Form (was jedoch nicht Regel ist), dickwandiger werden und allein zur Erhaltung der Art von den anderen Bakterien, die zu Grunde gehen, übrig bleiben. Die Arthrosporen besitzen die Resistenz gegen äufsere Einflüsse, welche den endogenen Sporen zukommt, nicht. Man nennt die Bakterien, welche endogene Sporen bilden, die endosporen Bakterien, diejenigen, welche Arthrosporenbildung zeigen, arthrospore Bakterien.

Die endogenen Sporen zerfallen in mittel- und endständige Sporen. Fig. 9, Taf. VI zeigt uns Bakterien mit endständigen Sporen aus einer faulenden Melone. Die Bacillen erscheinen an dem einen Ende stark aufgetrieben durch die viel dickere Spore, welche sie mit ihrer Membran umschliefsen. Der Form wegen bezeichnet man diese Bakterien auch als Köpfchenbakterien oder Trommelschlägelform. Wir finden in diesem Präparat Sporen in den verschiedensten Entwickelungsstadien, in einigen Bacillen zeigen sich solche, welche noch in dem allerersten

Stadium sind und kaum durch eine schwache Anschwellung des einen Endes ihre Anwesenheit verraten, bei anderen ist die Entwickelung schon weiter vorgeschritten und deutlich tritt hier die Spore in Köpfchenform hervor, endlich finden sich noch freie Sporen, welche sich bereits von der Zelle losgelöst haben.

Mittelständige Sporen sind in Fig. 10 dargestellt. In einem grofsen Teile der ungefärbten Milzbrandbacillen, die zu Fäden aneinander gereiht sind, sehen wir als hellglänzende Körperchen die Sporen liegen. Auch hier sind einzelne Stellen vorhanden, wo wir die Anfangsstadien der Sporenentwickelung einerseits und die bereits aus dem Bacillus ausgetretenen fertigen Sporen andererseits zu Gesicht bekommen.

Infolge der grofsen Resistenz, welche die Sporen gegen alle äufseren Einflüsse zeigen, gelingt es auch nicht, dieselben gleichzeitig mit den Bacillen nach den gewöhnlichen Färbemethoden zu tingieren, es bedarf einer sehr energischen Behandlung in der Hitze mit bestimmten Farbestofflösungen, um die Sporen zu färben.

Fig. 11 führt uns Bakterien mit Kapseln aus faulendem Blute vor, die Kapseln erscheinen hier als eine ziemlich scharf konturierte Hülle der Bakterien, sie sind in der Ausdehnung sehr schwankend. Die Kapseln der Bakterien werden allgemein als gequollene Membranen der Bakterienzellen angesehen.

Man findet das Vorkommen der Kapseln bei den betreffenden Bakterien nur dann, wenn die letzteren direkt, sei es in Form von Schnitten, sei es als Peritonealflüssigkeit, Exsudat u. s. w. aus dem Organismus entnommen sind. Nur in seltenen Fällen kommt es auch in künstlichen Kulturen zur Bildung von Kapseln.

In Form und Gröfse wechseln die Kapseln bei ein- und derselben Bakterienart auch selbst dann, wenn die letzteren unter gleichen Bedingungen entnommen werden.

Sowohl Fig. 12, Taf. VI als auch Fig. 79, Taf. XIV zeigen uns Tetragenuskokken mit Kapseln, welche aus Peritonealflüssigkeit stammen. Bei Fig. 12 sehen wir die Kapseln nur sehr schwach angedeutet, was zum Teil allerdings auch an der Reproduktion und dem hellen Untergrund liegt, in Fig. 79 sind die Kapseln als mehr oder weniger scharf begrenzte Höfe deutlich wahrnehmbar.

Die Kapseln der Bakterien nehmen zumeist von den basischen Anilinfarbstoffen wenig oder gar nichts auf, durch Behandlung mit essigsaurem Gentianaviolett sollen sie nach Friedländer zu färben sein.

Die pathogenen Bakterienarten.



Allgemeines.

Eine grofse Anzahl von Bakterien benutzt als Nährboden den lebenden tierischen Organismus. Die Bakterien dringen auf irgend welche Weise, sei es durch die natürlichen Öffnungen, sei es durch die verletzte oder unverletzte Haut in den Organismus ein, setzen sich in einen oder mehreren Organen fest oder gehen in die Blutbahn über, nähren sich von dem lebenden Material und vermehren sich so auf Kosten des tierischen Körpers. Durch das Wachstum der Bakterien wird im tierischen Organismus eine partielle oder allgemeine Umwandlung der normalen Beschaffenheit der Säfte, der Organe und des Gewebes hervorgerufen. Das Tier erkrankt, man bezeichnet das Eindringen der pathogenen Keime in den tierischen Organismus als Infektion und die durch dieselben hervorgerufenen Krankheitserscheinungen als Infektionskrankheiten, jeder Infektionskrankheit kommt ein spezifischer Erreger zu. Nicht alle Tierspecies sind für ein und dieselbe Infektionskrankheit empfänglich. Die pathogenen Bakterien brauchen übrigens nicht immer morphologische Veränderungen im tierischen Organismus hervorzurufen, sie können auch eine rein mechanische Wirkung haben, durch massenhaftes Wachstum verursachen sie Embolien in den Gefäfsen etc. und erzeugen so indirekt Krankheitserscheinungen.

Die pathogenen Bakterien können in zwei Unter-Gruppen geteilt werden, in die obligaten Parasiten, welche nur in dem lebenden tierischen Organismus ihr Fortkommen finden können, und in die fakultativen Parasiten, welche sowohl im lebenden tierischen Körper als aufserhalb desselben gedeihen. Zur Zeit kennt man bereits eine gröfsere Anzahl der Erreger menschlicher und tierischer Infektionskrankheiten, es ist gelungen, die Keime der Tuberculose, des Typhus, der Cholera, der Diphtherie, des Tetamus, der Pneumonie, der Lepra, der Influenza, des Erysipels, des Trippers, des Rekurrenzfiebers und des Rhinosklerons und der verschiedenen Eiterungen zu isolieren und künstlich zu züchten.

Immunisierung und Blutserumtherapie.

Eine grofse Zahl von Tierarten verhält sich refraktär gegen die Einwirkung von Bakterienarten, welche für andere Tiere pathogen sind, Ratte und Hund sind unempfänglich für Milzbrand, der Mensch ist unempfänglich für Hühnercholera, Schweinerotlauf u. a. m. Man bezeichnet diesen, wahrscheinlich durch die verschiedenartige, chemische Zusammensetzung des Blutes hervorgerufenen Zustand als natürliche Immunität.

Vor hunderten von Jahren schützten sich die Bewohner von Indien und China gegen Ansteckung vor Pockenerkrankung durch Einbringen von Pockengift in die aufgeritzte Haut, wodurch eine milde Pockenerkrankung hervorgerufen wurde, die sie dann für längere Zeit vor einer Acquisition der Pocken auf natürlichem Wege schützte, die Menschen wurden in diesem Falle also für längere Zeit künstlich unempfänglich gemacht gegen Pockenerkrankung, man bezeichnet diesen Zustand als „künstliche Immunität."

Sehr nahe steht der künstlichen Immunität, die sogen. „erworbene Immunität". Der Mensch wird bekanntlich von einigen Infektionskrankheiten z. B. Scharlach, Pocken und Masern nur einmal befallen, der Organismus ist durch die überstandene Krankheit immun geworden gegen neue Infektionen gleicher Art.

Auf die verschiedenste Art hat man die künstliche Immunität erzielt und zu erzielen gesucht, und die Thatsache, dafs in den Organismus gebrachte, mitigierte Bakterienkulturen unter bestimmten Bedingungen die Wirkung gleichartiger, aber virulenter Kulturen aufzuhalten im stande sind, hat vielfach Anregung zur experimentellen Erforschung der Ursachen derselben und zur Aufstellung von verschiedenartigen mehr oder weniger brauchbaren Theorien Veranlassung gegeben. Eine der ersten war die von Metschnikoff aufgestellte Phagocyten-Theorie. Sie stützt sich auf die Thatsache, dafs im Blute bakterienfeindliche Stoffe vorhanden sind und nimmt an, dafs diese Eigenschaft hauptsächlich den weifsen Blutkörperchen zukommt. Diese stammen

ebenso wie die Verdauungsorgane von Mesoderm ab und haben daher ebenfalls eine stark verdauende Kraft, welche es ihnen ermöglicht, Fremdkörperchen, z. B. Bakterien, welche in die Blutbahnen eindringen, zu vernichten. Wenn die Bakterien aber im stande sind, den Widerstand zu überwinden, welche ihnen die Phagocyten entgegensetzten, so verbreiten sie sich im Organismus und führen dessen Erkrankung oder Tod herbei.

Metschnikoff versuchte es, seine Theorie experimentell zu begründen. Er wies nach, dafs sich bei Tieren, welche für Milzbrand empfänglich sind, eine Abnahme der Bakterien infolge Vernichtung durch die Phagocyten nicht nachzuweisen ist, bei unempfänglichen Tieren dagegen werden die Bakterien durch die Phagocyten vernichtet. Er injicierte Meerschweinchen, welche für Milzbrand empfänglich sind, abgeschwächte Kulturen und fand, dafs die Phagocyten jetzt in der Lage sind, die Milzbrandbazillen, welche einen gröfseren Teil ihrer Virulenz eingebüfst haben, zu überwältigen und zu vernichten. Es gelang Metschnikoff ferner, Tiere durch Einverleibung von äufserst mitigierten bis zu den virulentesten Kulturen nach und nach so widerstandsfähig zu machen, dafs sie zuletzt im stande sind, mit derselben Leichtigkeit die virulentesten Bakterien zu überwältigen, wie zuvor die mitigierten. Da jedoch die Thätigkeit der weifsen Blutkörperchen wegen ihrer schnellen Vergänglichkeit von sehr kurzer Dauer ist, nimmt Metschnikoff an, dafs die Phagocyten die erworbene Fähigkeit, virulente Bakterien zu zerstören, auf die nachfolgende Generation vererben können. Es wurde seiner Zeit vielfach gegen die Phagocytentheorie Metschnikoffs Einspruch erhoben uud vor allem hervorgehoben, dafs die weifsen Blutkörperchen kaum im stande sind, lebende Bacterien zu vernichten, sondern dafs sie vielmehr die Aufgabe zu halten scheinen, den Organismus von toten organischen Partikelchen zu säubern. In neuerer und neuester Zeit haben sich jedoch die Vertreter verschiedener Schulen weniger ablehnend gegen die Phagocytose verhalten.

Die Erschöpfungshypothese von Klebs und Pasteur nimmt an, dafs bei der ersten Infektion mit der abgeschwächten Kultur im Organismus von den Keimen der gröfste Teil der Stoffe aufgebraucht wird, welche zum Fortkommen der Bakterien durchaus notwendig sind. Die aufgebrauchten, chemischen Bestandteile der Körpersäfte werden nicht von neuem ersetzt, und ist hierdurch später eindringenden, virulenten Kulturen die Möglichkeit zum Fortkommen genommen.

Die von Chauveau aufgestellte Retentionshypothese erklärt den Vorgang der Immunisierung dadurch, dafs Toxine durch die einmalige Infektion im Organismus gebildet und aufgespeichert werden, welche eine spätere Infektion vereiteln.

Salmon und Smith haben gezeigt, dafs auch durch blofse Einverleibung von Toxinen, welche durch Filtrieren von flüssigen Bakterienkulturen mittelst Chamberlandfilter gewonnen wurden und welche völlig frei von Bakterien waren, eine Immunisierung zu stande gebracht werden kann.

Durch die Untersuchungen von Fodor, Nuttall u. a. ist festgestellt worden, dafs dem Blute bakterienfeindliche Eigenschaften zukommen, die Bakterien werden an ihrem Wachstum verhindert, in ihrer Virulenz abgeschwächt und zum Teil vernichtet, wenn sie in frisches Blut des normalen tierischen Körpers gelangen. Allgemein schreibt man jetzt die bakterientötende Eigenschaft den im Blute gebildeten Eiweifskörpern, den Antitoxinen zu, die Buchner Alexine nennt. Die Antitoxine finden sich nicht nur im Blute, sondern gehen auch in den Harn und in die Milch der Menschen und Tiere, es ist daher also eine Übertragung der Immunität sowohl von der Mutter als auch von der Amme auf den Säugling möglich.

Man hat sich der bakterienfeindlichen Eigenschaften des Blutes dadurch im erhöhten Maafse zur Immunisierung bedient, dafs man zunächst durch Einverleibung des Blutserums natürlich immuner Tiere bei empfänglichen Tieren künstliche Immunisierung hervorgerufen hat und schliefslich auch das Serum künstlich immun gemachter Tiere zur Immunisierung durch Einverleibung des Blutserums derselben verwendet hat. Auf diese Art gelang es Behring und Kitasato für Tetanus empfängliche Tiere gegen diese Krankheit zu schützen. Eine ähnliche Immunisierung stellt ja auch die Pockenschutzimpfung beim Menschen dar.

Aber nicht nur zu Schutzimpfungen hat man die baktericiden Eigenschaften des Blutserums benutzt, sondern auch zu Heilzwecken.

Vor allem sind es Behring und seine Mitarbeiter, welche sich um die Entstehung der Blutserumtherapie, die zunächst bei Tetanus und Diphtherie in Anwendung gebracht worden ist, verdient gemacht haben.

Die zur Immunisierung verwerteten Tiere sind zumeist Hammel, auch Pferde und Hunde werden benutzt. Die Tiere werden zunächst mit abgeschwächten, dann mit virulenten Kulturen behandelt. Die Injektionen müssen von Beginn der Behandlung an mit einer bestimmten Menge der betreffenden Kulturen so lange wiederholt werden, bis keine Fieberreaktion mehr eintritt, nun wird die Dosis vergröfsert, wieder bis zum Ausbleiben der Fiebererscheinungen injiciert, dann zu einer virulenten Kultur übergegangen und so fort bis der gewünschte Grad der Immunität erreicht ist. Das durch Aderlafs gewonnene Blut der immunen Tiere wird 2 Tage lang zum Abscheiden des Serums in den Eisschrank gestellt und darauf das ausgeschiedene Serum in mit geringen Mengen von Chloroform versehene Flaschen gebracht, in welchen es verbleibt, bis sich die letzten Blutkörperchen abgesetzt haben. Die Flüssigkeit wird jetzt nochmals umgefüllt und erhält einen Zusatz von 0,6% Karbolsäure. Dieser Karbolsäurezusatz hat nicht nur den Zweck, das Serum vor dem Verderben zu schützen, sondern auch gleichzeitig die noch unbekannten „Akria“ genannten Stoffe im Serum unschädlich zu machen, welche beim Menschen nach der Injektion leichte Fälle von Nesselsucht hervorrufen können.

Behring hat den „Heilwert“ eines Serums dadurch durch Zahlen festgestellt, dafs er von dem Immunisierungswert, der durch Einverleibung von der doppelten oder dreifachen Mindestgabe des Giftes bei Tieren bestimmt wird, ausgeht. Für Diphtheriegift ist die tötliche Minimaldosis die, durch welche ein 500 gr. schweres Meerschweinchen innerhalb 2—3 Tage stirbt, es werden hierzu 0,5—0,8 ccm des Bakterienbouillonkultur gebraucht.

Besitzt z. B. nach Behring ein Tetanusheilserum einen Immunisierungswert von 1 : 1 Million, so heifst das:

1 ccm Serum immunisiert	1,000 000 gr	Tier	=	50,000 Mause
0,0000 2 ccm Serum immunisiert	20 „	„	=	1 Maus
0,1 ccm „	100 000 „	„	=	1 Menschen.

Da jedoch nach eingetretener Erkrankung schon im ersten Stadium zur Beseitigung der Erscheinungen zum mindesten 100 mal soviel von dem Serum injiziert werden mufs als zur Immunisierung notwendig ist, so müfste einen an Tetams erkrankten Menschen zur Heilung als Minimaldosis 100 ccm eines Serums von den Immunisierungswerte 1 : 1 Million injiciert werden. Die nach dieser Richtung hin angestellten Tierversuche haben ergeben, dafs mit dem Fortschritte des Tetams die zur Heilung notwendige Serumsmenge enorm anwächst. Nach 12 Stunden war bereits die 100,000 fache Menge des Serums erforderlich, später gelang es überhaupt nicht mehr mit dem Serum von vorstehend beschriebenen Immunisierungswert Heilung zu erzielen.

Für Diphtherieheilzwecke hat Behring ein Normalheilserum hergestellt, dieses rettet ein mit Diphtherie-Bacillen (Bouillonkultur 0,8 ccm) infiziertes cr. 500 gr. schweres Meerschweinchen, wenn von ihm cr. 5 ccm $^1/_4$ Stunde später injiciert werden, es ist Behring gelungen, ein noch wirksameres Diphtherieheilserum herzustellen, welches an Stärke das Normalserum um das 5fache übertrifft. Praktische Versuche an kranken Menschen mit diesem Heilserum liegen schon in gröfserer Menge vor, die Resultate sind überaus günstige und es ist zweifellos, dafs die Mortalität bei Anwendung dieser Therapie bei Diphtherie noch weiter herabgemindert werden kann, wenn es gelingt, ein noch wirksameres Serum herzustellen als bisher.

Ein im Prinzip dem Behring'schen Diphtherieheilserum völlig gleiches hat Aronsohn von immunisierten Pferden gewonnen, mit welchen ebenfalls eine Reihe von Heilerfolgen erzielt worden sind.

Praktisch mit Erfolg in Anwendung gebracht worden sind in der Veterinärmedizin seit einigen Jahren Immunisierungen gegen Rotz, Rausch- und Milzbrand, Maul- und Klauenseuche und Perlsucht.

Vielleicht gelingt es auch die entsprechenden Antitoxine der Cholera, der Tuberkulose u. s. w. zu Heil- und Immunisierungszwecken dienstbar zu machen, bis jetzt sind die nach dieser Richtung hin angestellten Versuche so gut als mifslungen zu betrachten.

---

1. Der Bacillus des Milzbrandes, Bacillus anthracis.

(Fig. 10, Tafel II, Fig. 13, Fig. 14, Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17, Taf. III.)

Der Bacillus des Milzbrandes wurde zuerst von Pollender und Brauell im Blute milzbrandkranker Rinder beobachtet, die Beziehung dieser Stäbchen im Blute der an Milzbrand erkrankten Thiere zur Krankheit erkannte erst 1863 Davaine. Die nähere Kenntnis von der Biologie des Milzbrandbazillus, seine Reinzüchtung und Übertragbarkeit auf verschiedene Tiere verdanken wir jedoch R. Koch. Der Milzbrandbacillus ist ein grofses Stäbchen, dessen Enden scharf abgeschnitten sind, die Flächen der Enden sind ein wenig concav ausgeschnitten, daher erscheint beim Anliegen zweier Individiuen zwischen den beiden Endflächen ein ovaler Raum, in Fig. 10, Tafel II, welche ungefärbte Milzbrandbacillen darstellt, ist dies an einigen Stellen gut sichtbar.

Charakteristisch für den Milzbrandbacillus ist es, dafs er sowohl in frischen Reinkulturen als auch im Blute und Organen zumeist in Verbänden auftritt, Fig. 13 stellt eine Reinkultur von Milzbrandbacillen dar, die Bacillen liegen hier kettenförmig oder zu 2 und 3 Exemplaren zusammen, Fig. 14 zeigt uns ein gefärbtes Präparat von Milzbrandbacillen aus dem Blute einer Maus, hier liegen nur einige Stäbchen aneinander, das Blut ist dem Körper eines erst kurze Zeit verendeten Tieres entnommen, in diesem Falle finden sich meist nur spärliche Bacillen vor, bringt man jedoch einen Tropfen des Blutes mit ein wenig Bouillon vermischt bei 37° in den Brutschrank und betrachtet nach 10 Stunden das Milzbrandmaterial, so bekommt man ein gänzlich verändertes Bild zu Gesicht. Die Blutkörperchen sind zum grössten Teil verschwunden und die Bacillen sind zu langen, spiralig oder schleifenartig gewundenen Fäden ausgewachsen, deren einzelne Individuen nach weiteren 12 stündigem Stehen im Brutschranke bei 37° C. Sporen bilden, die als hellglänzende Körperchen in den Fäden erscheinen. Fig. 10, Tafel II führt uns einen mit Wasser angerührten Bluttropfen eines an Milzbrand erlegenen Tieres vor. Nach-

dem der Tropfen 30 Stunden im Brutschranke bei Brutwärme gestanden, haben sich bei den meisten der zu langen Fäden ausgewachsenen Bacillen Sporen gebildet, die Blutkörperchen sind völlig verschwunden und einige der Sporen haben sich bereits von dem noch anhaftenden Bakterienleib frei gemacht und liegen vereinzelt in dem Gesichtsfeld umher. Bei der Beobachtung im hängenden Tropfen bemerkt man, dafs die Milzbrandbacillen ohne Eigenbewegung an einer Stelle verharren, sie sind unbeweglich.

Fig. 16 zeigt uns Milzbrandfäden mit Sporen, bei denen die Sporen zum gröfsten Teil schon frei geworden sind, nur in den Fäden des rechten Gesichtsfeldes sind sie noch von Bakterienprotoplasma umgeben, dafs durch seine Färbung, es ist mit Methylenblau tingiert, während die Sporen mit dem viel stärker im Photogramm hervortretenden Fuchin sichtbar gemacht wurden, nur wenig im Verhältnis zu den Sporen hervortritt.

Die Sporenbildung bei dem Milzbrandbacillus ist an gewisse Bedingungen geknüpft, nur bei Gegenwart von freiem Sauerstoff und bei einer Temperatur von 20—35° C. schreitet er zur Sporulation. Aus ersterem Grunde findet man niemals im unverletzten Kadaver Milzbrandbacillen mit Sporen.

In dem Schnittpräparate aus der Leber einer Maus, welches Fig. 15 darstellt, sind massenhaft Milzbrandbacillen, zum Teil in Fäden zwischen den Zellkernen eingelagert, an einzelnen Stellen finden sich hier Milzbrandbacillen, die mit einer hellen, umgrenzten Schicht umgeben sind, es sind die Kapseln der Milzbrandbacillen, welche man gelegentlich auch bei Präparaten aus Reinkulturen findet.

Auf der Gelatineplatte bildet der Milzbrandbacillus kleine, weisse Kolonien, die bei schwacher Vergröfserung betrachtet, sich als weifse, wollartige Fäden, deren Enden knäulförmig verwickelt sind, erweisen.

In der Gelatinestichkultur bilden sich im oberen Teile dicke weifse Wolken, während weiter nach unten hin längs des Impfstrichs zackige, kurze Ausläufer nach allen Richtungen in die Gelatine hineinragen. Auf Agar bilden die Milzbrandbacillen einen dünnen, mattglänzenden, zähen Überzug.

Auf Kartoffeln wachsen sie als ein dicker schmutzig grauer Belag, in dem schon nach kurzer Zeit viele Sporen nachweisbar sind.

Sehr charakteristisch ist das Wachstum in Bouillon, hierin wächst der Milzbrandbacillus zu langen Fäden aus, die sich am Boden absetzen, ohne eine Trübung der Nährflüssigkeit hervorzurufen.

Wenn der Nährboden des Milzbrandbacillus erschöpft ist und letzterer zur Sporenbildung aus Mangel der dazu notwendigen Bedingungen nicht schreiten kann, so kommt es vor dem Absterben des Bacillus zur Bildung von Deformationen, die man als Involutionsformen bezeichnet. Fig. 17, Taf. III zeigt uns Milzbrandbacillen in diesem Stadium, die sonst so gleichmäfsig geformten Stäbchen erscheinen hier verdickt, zu Kugeln zusammengeschrumpft oder kommaförmig gebogen.

Die Milzbrandbacillen färben sich leicht mit den gewöhnlichen Farblösungen und nach Gram, zur Färbung der Sporen bedient man sich des Kochens mit Ziehl'scher Lösung oder besser der Günther'schen Sporenfärbe-Methode. In neuerer Zeit ist von Fiocca ein Verfahren zum Färben von Sporen angegeben worden, dafs auf Anwendung von 15% schwach ammonikalischen Fuchsins in der Hitze beruht und ganz brauchbare Präparate liefert.

Die Milzbrandbacillen kommen jedenfalls auch in der Natur aufserhalb des tierischen Organismus, im Gras, Heu u. s. w. vor, und gelangen von hieraus bei Berührung mit Tieren, durch Hautrisse und Futteraufnahme derselben in den Organismus, sie gehören also zu den facultativen Parasiten.

Die Infektion der Rinder und Pferde erfolgt zumeist vom Darm aus, künstlich infiziert man Mäuse durch Verimpfung der Bakterien in der Nähe der Schwanzwurzel, Kaninchen und Meerschweinchen an beliebigen Stellen.

Die Tiere erliegen meist schon nach 48 Stunden der Infektion.

Die Milz erscheint stark vergröfsert und in ihr sowohl als in anderen Organen und im Blute finden sich gröfsere Mengen von Milzbrandbacillen.

Pasteur hat zuerst Immunisierungsversuche gegen Milzbrand ausgeführt. Nach seiner Vorschrift werden die Tiere, Schafe, Rinder und Pferde, zuerst mit einer durch Erwärmen (dreiwöchentliches Stehenlassen der Kulturen bei 42—48° C.) abgeschwächter Milzbrandkulturen „premier vaccin" geimpft, nach Verlauf mehrerer Tage folgt eine zweite Impfung mit einer virulenten Kultur „deuxième vaccin".

Die Tiere reagieren hieraut zumeist mit einem heftigen Fieber und sind nun immun gegen etwaige natürliche Milzbrandinfektionen.

Bei Menschen erfolgt Milzbrandinfektion gelegentlich beim Vorhandensein kleiner Hautwunden, es entsteht eine „Pustula maligna". Bei Lumpensortieren tritt öfter die Hadernkrankheit auf, welche eine Lungenmilzbranderkrankung darstellt und durch Einatmung von Milzbrandsporen hervorgerufen wird.

2, Der Typhusbacillus, Bacillus typhi.

(Fig. 18, Taf. III, Fig. 19, Fig. 20, Fig. 21, Taf. IV.)

Der Bacillus des Abdominaltyphus wurde im Jahre 1880 zu gleicher Zeit von Eberth und Koch in der Milz und den mesenterialen Lymphdrüsen entdeckt. 1883 wurde durch die Untersuchungen von Gaffky die Bedeutung dieses Bacillus für die Entstehung des Typhus festgestellt.

Der Typhusbacillus ist ein kleines, ziemlich kurzes Stäbchen, dessen Enden leicht abgerundet sind, wie dies bei Fig. 18, die eine Agarreinkultur des Typhusbacillus wiedergiebt, zu sehen ist. In diesem Präparat bemerken wir, dafs einzelne Bacillen zu langen Fäden ausgewachsen sind, man findet fast immer derartige Bil-

dungen in Reinkulturen, auch in dem Klatschpräparat von Fig. 19 sehen wir einzelne, wenn auch kürzere solcher Fäden.

Der Typhusbacillus ist ein äufserst beweglicher Keim, er bewegt sich vermittelst langer Geifselfäden fort. Fig. 20 zeigt Typhusbacillen mit Geifseln. Die sehr starken Geifselfäden sind an allen Seiten und Enden der Bacillen angeheftet, sie variiren vielfach in die Länge, charakteristisch sind die schraubenzieherförmigen Windungen derselben, an einzelnen Stellen, so vor allem im rechten Gesichtsfelde sehen wir verschiedene starke Geifselfäden, welche durch mechanische Eingriffe von den Bacillen abgetrennt worden sind. Wenn man die Gröfse der in Fig. 19 abgebildeten Typhusbacillen mit denen im Geifselpräparate vergleicht, welche beide bei gleicher Vergröfserung aufgenommen sind, wird man in Gröfse und Form nicht die geringste Ähnlichkeit herausfinden können, und doch sind es auf beiden Photogrammen Typhusbacillen, denn durch das eigenartige Geifselfärbungsverfahren quellen die Bakterienzellen nämlich zu dieser unförmigen Form auf.

Die Anfertigung guter Geifselpräparate, zumal von kleinen Bacillenarten, ist nicht einfach und erfordert neben strikter Einhaltung der von Löffler zuerst angegebenen Vorschrift auch grofse Übung. Man prüft am besten das Material, welches man zur Geifselfärbung benutzen will, erst in hängenden Tropfen auf seine Beweglichkeit, wenn diese fehlt oder nur in geringem Mafse vorhanden ist, so ist der Versuch einer Geifselfärbung aussichtslos. Frisch angelegte Agarculturen, die 12—20 Stunden bei 24—28° C. gestanden haben, geben die besten Geifselpräparate. Nach Löffler bringt man das starke bewegliche Bakterienmaterial möglichst frei von Eiweifs und Leimstoffen in sehr dünner Schicht auf sorgfältig mit Alkohol abgewaschene Deckgläschen und verteilt es gleichmäfsig, nachdem die Deckgläschen lufttrocken geworden sind, zieht man sie dreimal durch die Flamme und giebt dann die unten näher beschriebene Beize darauf. Jetzt wird das Deckglas mit der Beize über kleiner Flamme so lange erwärmt, bis die Flüssigkeit schwach anfängt zu dampfen. Man hat darauf zu achten, dafs das Deckgläschen vollständig mit der Beizflüssigkeit bedeckt ist, da sonst leicht durch Eintrocknen und Anbacken der Beize das Präparat mifslingt. Nach dem Erwärmen wird die Beize sorgfältig mit Wasser abgespült, das Deckglas getrocknet und mit 6—10 Tropfen frisch filtrierter, schwach alkalischer Anilinwasser-Fuchsinlösung bedeckt. Es folgt nun nochmals eine schwache Erwärmung des Deckglases über der Flamme, dann wird mit Wasser gründlich abgespült, getrocknet und in Kanadabalsam eingeschlossen. Die Beize wird so dargestellt, dafs man zu 20 ccm einer 20% wässerigen Tanninlösung 10 ccm einer gesättigten Ferrosulfatlösung setzt und noch 6—8 ccm einer Compecheholzabkochung (1 : 8) hinzufügt.

Der Typhusbacillus gedeiht sowohl bei Zimmer- als auch bei Bruttemperatur am besten bei Gegenwart von Sauerstoff, daher breiten sich seine Kolonien in der

Gelatineplatte stets an der Oberfläche aus. Er bildet sowohl in der Stich- als auch in der Strichkultur auf Gelatine, welche niemals verflüssigt wird, längs des Impfstrichs einen zuerst weifsen, später grauweifsen Belag, der mitunter einen perlmutterartigen Glanz annimmt. Das Wachstum auf Agar bietet wenig bemerkenswertes, auch hier bildet sich eine grauweifse schmierige Haut, die bald einschrumpft.

Auf Kartoffeln zeigt sich das Wachstum der Typhusbacillen in recht charakteristischer Form. Schon nach 2—3 Tagen bildet sich hier ein für das Auge fast unsichtbarer Rasen, dessen Oberfläche einen leichten Glanz besitzt. Leichte Abweichungen von diesen typischem Wachstum können durch verschiedene Beschaffenheit des Säuregrades und dem Keimzustand der Kartoffel bedingt sein. Gaffky machte zuerst auf den differentialdiagnostischen Wert dieses Wachstums des Typhusbacillus aufmerksam, manchmal gelingt es ihn durch sein Wachstum auf der Kartoffel von ähnlichen Bakterien, vor allem den Bakterium coli Arten zu unterscheiden.

Hält man Kartoffelkulturen der Typhusbacillen mehrere Tage im Brutschranke bei ca. 30° C., so findet man, dafs sich in vielen Stäbchen an einem ihrer Pole kleine lichtbrechende Körnchen gebildet haben, die Sporen täuschend ähnlich sehen, nach den Untersuchungen von Gruber aber nichts mit solchen zu thun haben.

Die Typhusbacillen nehmen die gewöhnlichen Farbstofflösungen schwer auf, es empfiehlt sich daher, die Färbung durch schwaches Erwärmen zu verstärken. Nach Gram entfärben sich die Bacillen.

In den Typhusleichen finden sich die Typhusbacillen am meisten in der Milz, Leber und den Gekrösdrüsen. Fig. 21 stellt ein Schnittpräparat aus der menschlichen Leber dar. Zwischen den Zellen eingebettet finden sich hier einige Nester von Typhusbacillen, von denen aus sich einige Bacillen in Fadenform abgezweigt haben. Abgesehen von diesen Herden und Ausläufern sieht man nur ab und zu mehrere Typhusbacillen verstreut eingelagert.

In den Faeces und dem Punktionssaft der Milz von Typhuskranken sind die Typhusbacillen fast immer nachweisbar.

Auch für Tiere ist der Typhusbacillus pathogen, nur sind bei diesen die Krankheitserscheinungen nicht so heftige als beim Menschen, am empfänglichsten sind Meerschweinchen, denen man am besten $^1/_2$ ccm einer frisch aus dem Körper gezüchteten Kultur injiciert, die Bacillen finden sich nach dem Tode in gröfserer Menge auf der Oberfläche der serösen Häute, im Darminhalt, in der Leber und in der Milz.

Aus virulenten Kulturen von Typhusbacillen gelang es Brieger ein giftiges Alkaloid, das Typhotoxin, von der Zusammensetzung $C_7H_{17}NO_2$ darzustellen.

Aufser dem typischen Wachstum auf Kartoffeln sind noch eine ganze Reihe von Differentialdiagnosen zwischen Typhus und Bakterium coli bekannt gegeben worden, von denen hier nur die wichtigsten angeführt werden können: Kitasato

machte darauf aufmerksam, dafs Bouillonkulturen von Typhusbacillen beim Zusatz von Schwefelsäure und Kaliumnitrit keine Indolreaktion geben, während sich Bouillonkulturen vom Bakterium coli bei gleicher Behandlung schön rot färben.

T. Smith fand, dafs der Typhusbacillus in 2% Traubenzucker-Bouillon keine Gasbildung erzeugt, unter gleichen Verhältnissen ruft aber das Bakterium coli und ihm ähnliche Bakterienarten eine starke Gasbildung hervor.

Auch das Verhalten beim Wachstum in steriler Milch ist für die Unterscheidung der beiden fraglichen Bakterienarten von Wichtigkeit, der Typhusbacillus erzeugt in der sterilen Milch auch nach langem Wachstum fast keine Säuerung und Gerinnung der Milch, das Bakterium coli thut dies sicher nach 24 Stunden im starken Grade.

3. Das Bakterium coli commune.

(Fig. 22, Taf. IV.)

Das Bakterium coli commune ist ein ständiger Bewohner des menschlichen Dickdarms, es wurde zuerst von Escherich im Säuglingsdarm aufgefunden.

Es bildet ziemlich plumpe Stäbchen, die an den Enden abgerundet sind. Fig. 22 zeigt uns eine Reinkultur des Bakteriums coli auf Agar. Es fällt in diesem Präparat auf, dafs die einzelnen Individuen von sehr verschiedener Gröfse sind, die Stäbchen liegen teils paarweise zusammen, teils vereinzelt. Das Bakterium coli besitzt nur eine mäfsige Eigenbewegung, an dem einen Ende der Bacillen befinden sich 1—3 Geifselfäden, Sporenbildung ist bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Das Bakterium coli gedeiht bei Sauerstoffanwesenheit auf allen Nährböden.

In Gelatine bildet es kleine, helle, tiefliegende Kolonien, die oft einen zackigen oder lappigen Rand besitzen und sich an der Oberfläche mit Vorliebe ziemlich weit ausbreiten. Nach einigen Tagen, oft schon noch 24 Stunden, sind diese Kolonieen an der Oberfläche von einer trockenen, irisierenden Decke überzogen, die den Kolonieen ein charakteristisches Gepräge verleiht. In der Stich- und Strich-Gelatinekultur wächst es ohne Verflüssigung hervorzurufen, an der Oberfläche als trockenes, dünnes Häutchen, und zieht sich längs des Impfstrichs als weifser Belag hin.

Auf der Agaroberfläche wächst es als eine feuchte, glänzende Schicht von grauweifser Farbe.

Auf Kartoffeln bildet es eine dicke, saftig glänzende Decke.

Für Meerschweinchen und Kaninchen ist das Bakterium coli pathogen, auch zu gelegentlichen Erkrankungen des Menschen giebt es Veranlassung, bei Perforationsperitonitis, Bauchfellentzündungen mit unversehrtem Darm, bei Nieren- und Blasenentzündungen, in bronchopneumonischen Herden, ferner im Eiter von Abscessen in der Analgegend, bei eitriger Hirnhautentzündung hat man das Bacterium coli gefunden.

Im Laufe der letzten Jahre sind eine gröfsere Anzahl von Bakterienarten im Darminhalte und anderswo gefunden worden, die mit dem Bakterium coli commune Escherich's eine grofse Ähnlichkeit in Form und Wachstumsverhältnissen zeigen, mit Recht nimmt man daher jetzt an, dafs unter Bakterium coli keine einheitliche Bakterienart zu verstehen ist, sondern diese Bezeichnung nur noch als Sammelname für eine grofse Gruppe von einander ähnlichen Bakterien anzusehen ist, die unter normalen Verhältnissen im Darme des Menschen und vieler Säugetiere vorzukommen pflegen.

4. Der Bacillus der Diphtherie.

(Fig. 23, Fig. 24, Tafel IV.)

Das beständige Vorkommen von kurzen Bacillen in den diphtherisch erkrankten Geweben ist zuerst von Klebs beobachtet worden, als Erreger der Diphtherie erkannte aber erst Löffler 1883 diesen Mikroorganismus, die späteren Untersuchungen von ihm, Roux, Yersin, Brieger und Fränkel haben diese Beobachtungen bestätigt.

Der Diphtheriebacillus ist, wie Fig. 23 zeigt, ein ziemlich plumpes Stäbchen, das häufig schwach gekrümmt ist, an einzelnen Stellen des gefärbten Präparates haben die Bakterienleiber hellere Stellen aufzuweisen, häufig erscheinen durch das Auftreten dieser die Bacillen wie segmentiert. In der Mitte des Präparates sehen wir einige Bacillen, die an den Enden keulenförmig aufgeschwollen sind, es sind dies Involutionsformen, die schon nach kurzer Zeit in den Reinkulturen auftreten und in den diphtherischen Membranen regelmäfsig vorkommen. In dem oberen Teile von Fig. 24, die einen Diphtheriebelag darstellt, liegen drei Diphtheriebacillen beieinander, die diese charakteristische Kolbenform zeigen. Zwischen den zahlreichen Lymphkörperchen sind aufser den vereinzelt eingesprengten Diphtheriebacillen auch Streptokokken eingelagert. Fast regelmäfsig trifft man bei mikroskopischer Untersuchung von diphtherischer Membranen diese kettenförmigen Mikrokokken an und vielfach wird angenommen, dafs sie auf die Virulenz der Diphtheriebacillen Einflufs haben.

Der Bacillus ist unbeweglich und bildet keine Sporen, er färbt sich am besten mit alkalischer Methylenblaulösung, auch nach der Gramschen Methode färbt er sich.

Am besten gedeiht der Diphtheriebacillus nach Löffler auf Traubenzuckerbouillonserum, doch auch auf dem leichter darzustellenden Glycerinagar kommt er bei Brutwärme gut fort, er wächst hierauf unter Bildung eines mattschimmernden weifsen Belages.

Auf der Gelatineplatte bildet er sehr kleine, runde, weifse Kolonien, welche die Gelatine nicht verflüssigen.

In Glycerinbouillon setzt er sich am Boden des Kulturgefäfses in Form einer bröckeligen, körnigen Masse von weifser Farbe ab.

Durch Versuche, welche Roux und Yersin angestellt haben, ist die interessante Thatsache festgestellt worden, dafs die Diphtheriebacillen zuerst eine saure Reaktion des Nährbodens herbeiführen, nachher jedoch durch ihr Wachstum den Umschlag zur Alkalescenz bewirken.

Die Bacillen besitzen eine grofse Resistenz, sie bewahren nach Löffler ihre Lebensfähigkeit nach der Austrocknung über 100 Tage lang.

Für Meerschweinchen, Hunde und Kaninchen ist der Diphtheriebacillus sehr pathogen, für Mäuse dagegen nicht.

Bei den Menschen tritt die Erkrankung am häufigsten im jugendlichen Alter auf, die Bacillen sind nur in den diphtherischen Membranen des Rachens, der Nase, des Kehlkopfes und der tieferen Luftwege nachweisbar, in den Blutkreislauf gehen sie nicht über, die schweren Allgemeinsymptome werden durch an der Eintrittsstelle gebildeten Toxine hervorgerufen. Guinochet hat festgestellt, dafs dieses spezifische Gift auch von den Diphtheriebacillen bei Cultivierung in sterilem Urin gebildet wird, ohne dafs dieser nachher Eisweifsreaktionen giebt, somit dürfte das Diphtherietoxin nicht zu der Gruppe der Eiweifskörper gehören.

Noch lange nach Verlauf der Krankheit finden sich im Rachen, Nase etc. Diphtheriebacillen, Löffler fand solche auch in der Mundhöhle eines gesunden Kindes.

5. Der Influenzabacillus.

(Fig. 25, Fig. 26, Taf. V.)

Gelegentlich der Influenzaepidemie von 1891/92 gelang es R. Pfeiffer, den Nachweis zu führen, dafs die katarrhalische Influenza durch einen bestimmten Bacillus hervorgerufen wird.

Der Influenzabacillus ist ein kurzes Stäbchen, das, wie aus Fig. 25 ersichtbar ist, häufig paarweise zusammenliegt, es ist meist nach dem einen Ende zu etwas zugespitzt. Eigenbewegung und Sporenbildung sind nicht vorhanden.

Der Influenzabacillus, der zu den streng aëroben Bakterien gehört, wächst auf künstlichem Nährboden nur bei Gegenwart von Blut oder Hämoglobin. Am besten eignet sich nach Günther hierzu das Blut von Tauben, welches auf Agar ausgestrichen wird. Gegen Austrocknen sind sie sehr empfindlich, sie gehen hierbei schon nach 24 Stunden zu Grunde.

Man färbt die Influenzabacillen am zweckmäfsigsten mit Carbolfuchsin, nach der Gramschen Methode entfärben sie sich.

Nur bei Affen gelingt es, eine infektiöse Wirkung durch Einverleibung des Influenzabacillus hervorzubringen.

Erkranken thun ferner durch ihn die Kaninchen, jedoch nur an Vergiftungserscheinungen, die den Tod herbeiführen können, wenn die Dosis der eingebrachten Kulturflüssigkeit gross genug war. Bacillen sind im Organismus nicht aufzufinden, sie

werden offenbar gleich nach Eintritt in denselben vernichtet, so dafs es sich also lediglich um eine Intoxikation handeln kann.

Im Sputum von frischen Grippefällen finden sich, wie dies Fig. 26 zeigt, in den Eiterzellen nur vereinzelte Influenzabacillen vor, nach Heim nimmt die Zahl der frei liegenden Bacillen mit dem Fortschreiten der Erkrankung ab, jedoch sind jetzt die Eiterzellen mit dicht aneinandergelagerten Influenzabacillen gefüllt.

Im Blute sind bis jetzt die Influenzabacillen noch nicht nachgewiesen worden, ebenso in den inneren Organen, die Lungen ausgenommen.

Die Bacillen finden sich bei der Erkrankung des Menschen an Grippe in dem Sekret, welches die erkrankten Schleimhäute der Luftwege bedeckt. Die schweren Allgemeinerscheinungen werden jedenfalls durch ein von den Bakterien gebildetes, specifisches Gift hervorgerufen.

6. Der Tuberkelbacillus.

(Fig. 27, Fig. 28, Fig. 29, Tafel V.)

Nachdem es schon 1865 Villemin und 1877 Cohnheim und Salomonsen gelungen, durch Impfungen von Meerschweinchen mit tuberkulösem Material den Nachweis der Infektiosität der Tuberkulose zu führen, stellte R. Koch in den Jahren 1880—86 durch seine klassischen Untersuchungen die Ätiologie der Tuberkulose fest. Er fand den specifischen Erreger der Tuberkulose auf und es gelang ihm, ihn in Reinkulturen zu züchten und durch Verimpfung dieser wieder Tuberkulose hervorzurufen. Der Tuberkelbacillus ist ein kleines, schlankes Stäbchen mit abgerundeten Enden ohne Eigenbewegung, er wächst streng aërob.

In Fig. 27 sehen wir Tuberkelbacillen im Sputum eines Phthisikers, die Bacillen sind nach einem unten näher zu beschreibenden, besonderen Verfahren mit Methylviolett gefärbt, die Zellkerne sind mit Bismarckbraun behandelt. Es ist charakteristisch für die Tuberkelbacillen, dafs sie selten einzeln im Sputum vorkommen, sondern fast immer zu mehreren Exemplaren beisammen liegen. Wir finden in diesem Präparat mehrere zu Verbänden aneinandergereiht, andere wieder liegen zu zweien zusammen.

Bei vielen Bacillen macht sich eine leichte Krümmung der Zelle bemerkbar. Auch in Fig. 28, welche eine Glycerinagareinkultur darstellt, sehen wir die eben erwähnte, leichte Krümmung der Bacillen und zwar mit ziemlicher Regelmäfsigkeit. In vielen der Bacillen fallen kleine helle Stellen auf, die früher verschiedentlich als Sporen gedeutet worden sind, nach neueren Untersuchungen mit solchen aber nichts gemeinsam haben.

Grofse Mengen von Tuberkelbacillen sind in dem Lungenschnitt der Fig 28 vorhanden, in dem linken Gesichtsfelde nach unten hin sind neben den Gewebezellen mehrere Bakterienhaufen placiert, an anderen Stellen liegen die Bacillen zu mehreren

beisammen, auch hier sind die hellen Stellen in den Bakterienleibern verschiedentlich deutlich wahrnehmbar.

Koch züchtete die Tuberkelbacillen zuerst auf erstarrtem Blutserum, auf welches er tuberkuloses Material ausstrich. Sie bilden auf Blutserum kleine, weifse dem Nährboden dick aufliegende Schuppen, und gedeihen am besten bei 37—38° C.

In Glycerinbouillon gedeihen die Tuberkelbacillen unter Bildung von brüchigen Schuppen, welche sich übereinander schieben und auf der Oberfläche der Nährflüssigkeit wachsen.

Auf Glycerin-Agar bilden sie nach längerer Zeit kleine untereinander verschlungene Knötchen, welche mit der Zeit zu blumenkohlähnlichen Massen anwachsen.

Nach den Untersuchungen von Pawlowsky und Sander wachsen die Tuberkelbacillen auch gut auf Kartoffeln, Kartoffelbrühe und sonstigen pflanzlichen Nährböden, die beiden Forscher beobachteten hierbei stets eine Abnahme der Virulenz.

Während die Tuberkelbacillen gegen Austrocknung sehr resistent sind, tötet sie nach den Untersuchungen von Koch directes Sonnenlicht meist schon nach mehreren Minuten, auch noch diffuses Tageslicht bringt sie nach mehreren Tagen zum Absterben. Aufserhalb des thierischen Organismus fand Cornet den Tuberkelbacillus in Wohnräumen, Gefängnissen, Strafsenstaub, Wäsche. Er wies sie durch Verimpfung von geringen Staubmengen auf Meerschweinchen nach, die in wenigen Wochen der Infektion erlagen.

Die Tuberkelbacillen färben und entfärben sich schwerer als andere Bakterien bei Anwendung der üblichen Methoden, hierauf gründet sich das zuerst von Koch angewandte Verfahren zum Nachweis der Tuberkelbacillen sowohl im Sputum als auch in Schnitten.

Nach dieser Methode wurden die Schnitte oder Ausstrichpräparate 20 Stunden lang bei Zimmertemperatur oder 1 Stunde lang bei 40° C. in ein Gemisch von

200 ccm dest. Wasser
1 ccm konzentr. alkohol. Methylenblaulösung
0,2 ccm 10% Kalilauge

gelegt und dann nach dem Abspülen mit Wasser 15 Minuten lang in eine starke, wässerige Lösung von Bismarckbraun gebracht, abgespült und wie gewöhnlich weiterbehandelt.

Ein verbessertes Verfahren wurde später von Koch und Ehrlich angegeben, man bringt hiernach die bestrichenen Deckgläschen in ein Uhrschälchen, in welchem sich Ehrlich'sche Lösung, ein Gemisch von Gentianaviolett oder Fuchsin unter Zusatz von Anilinwasser befindet, in dieser Lösung verbleiben die Deckgläschen ca. 12 Stunden bei Zimmertemperatur oder 1/2 Stunde bei 50° C. Jetzt legt man die Deckgläschen aus den Schälchen direkt in eine 20—25% Salpetersäure und bringt sie von hier aus nach Verlauf einiger Sekunden in 70% Alkohol, in welchem sie solange verbleiben, bis sie keinen Farbstoff mehr abgeben. Man schliefst sie dann

nach dem Anbringen einer geeigneten Gegenfarbe (z. B. Methylenblau, wenn Fuchsin Grundfarbe war) in Kanadabalsam ein und untersucht auf das Vorhandensein von Tuberkelbacillen, die nun mit Fuchsin oder Gentianaviolett gefärbt erscheinen müssen.

Von Günther ist zur Färbung von Tuberkelbacillen in Deckglaspräparaten folgendes Verfahren angegeben worden:

Das mit Sputum etc. bestrichene Deckgläschen wird nach dem Trocknen und Fixieren in ein mit frisch bereiteter Ehrlich'scher Anilinwasser-Fuchsinlösung gefülltes Uhrschälchen gelegt und letzteres nun über kleiner Flamme bis zur Blasenbildung der Flüssigkeit erhitzt.

Jetzt wird das Schälchen hingestellt und bleibt eine Minute lang ruhig stehen, um dann mit einer Pinzette aus der Farbe genommen und in einem Uhrschälchen, welches 3% Salzsäure-Alkohol enthält, durch eine Minute lang andauerndes Hin- und Herbewegen entfärbt zu werden. Nun wird das Deckgläschen unter einem Wasserstrahl gründlich abgespült, mit Methylenblau schwach nachgefärbt, wieder abgespült und nach dem Trocknen und nochmaligen Fixieren in der Flamme mit Xylol-Balsam auf den Objektträger geklebt.

Aus dem Sputum, welches auf eine dunkle Unterlage ausgebreitet wird, sucht man sich nach Koch die zähen, meist gelblichen Linsen heraus, verreibt eine Spur derselben zwischen zwei Deckgläsern und behandelt diese weiter nach den betreffenden Methoden. Biedert empfiehlt zum Nachweis vereinzelter Tuberkelbacillen im Sputum, dieses zuerst mit Wasser zu verdünnen und dann mit Natronlauge zu kochen. Diese Masse läfst man nun in einem Spitzengläschen 3—4 Tage verdeckt ruhig stehen, giefst dann vorsichtig ab und benutzt den Bodensatz zum Anfertigen von Präparaten.

Für viele Säugetiere ist der Tuberkelbacillus pathogen, von den Laboratoriumsversuchstieren reagieren Affen, Meerschweinchen, Kaninchen, Katzen, weifse und Feldmäuse, Hunde und Hühner.

Die Tuberkulose gehört zu den weitverbreitetsten menschlichen Krankheiten, zumeist tritt sie als Lungephthise auf, die Infektion geschieht durch Inhalation der Bacillen, aber auch vom Darm aus können diese in den Organismus gelangen, durch die äufsere Haut dringen sie ein und erzeugen so die Tuberkulose der Haut, den Lupus.

Am reinsten und ausgesprochensten zeigt sich die infektiöse Natur der Krankheit bei der allgemeinen akuten Miliartuberkulose, diese entwickelt sich zumeist von tuberkulosen Herden aus.

Durch R. Koch ist 1890 Mitteilung über ein Heilverfahren bei tuberkulösen Menschen mittelst eines von ihm aus abgetöteten Tuberkelbacillenkulturen hergestellten Präparates, des Tuberculinum Kochii. Dieses Mittel ist nach Koch kein Toxalbumin; wahrscheinlich aber ein Derivat der Eiweisskörper. Nach den Untersuchungen von Kühne besteht das Kochsche Tuberkulin

im Wesentlichen aus einer Denteroalbumose, aufserdem sind in ihm noch Pepton und Tryphtophan enthalten. Kühne analysierte auch das von Klebs unter dem Namen Tuberculocidin bekannt gegebene Heilmittel für Tuberkulose, und fand, dafs es sich von dem Tuberkulin durch das Fehlen der Albumosen - Reaktionen unterscheidet. Koch gelang es durch Injektion seines Präparates Meerschweinchen zu heilen, die künstlich tuberkulös gemacht worden waren.

Nicht die Tuberkelbacillen werden nach ihm durch sein Mittel abgetötet, sondern nur das tuberkulöse Gewebe wird nekrotisiert, in dem nekrotisch gewordenen Gewebe gehen schliefslich die Bacillen infolge der ungünstigen Ernährungsverhältnisse zu Grunde.

Die Erwartungen und Hoffnungen, welche man von dem therapeutischen Werte des Tuberkulins für die Menschheit hegte, sind nach den vielfachen Untersuchungen nicht in Erfüllung gegangen, dagegen hat es sich in der Veterinärmedizin als wichtiges diagnostisches Erkennungsmittel und auch als Heilmittel bei der Tuberkulose des Rindviehes bewährt.

7. Der Bacillus der Pseudotuberkulose.

(Fig. 30, Taf. V.)

Durch Eberth wurden 1886 in der Serosa des Kolons, in der Leber, der Niere und der Milz eines Kaninchens tuberkelähnliche Knötchen gefunden, in denen Bacillen vorhanden waren, welche ungefähr doppelt so dick, als die Tuberkelbacillen, aber kürzer als diese sind. Er bezeichnet sie als Bacillen der Pseudotuberkulose.

Fig. 30 stellt eine Agarreinkultur des Bacillus der Pseudotuberkulose dar. Die kurzen, dicken Stäbchen, welche oft zu mehreren aneinander liegen, sind an den Enden abgerundet, ihre Grösse ist häufig Schwankungen unterworfen, in den Knötchen der erkrankten Organe bilden sie oft längere Ketten, auch haufenartige Anhäufungen kommen vor. Eigenbewegung und Sporenbildung scheinen zu fehlen.

Auf Agar und Blutserum wachsen die Bacillen der Pseudotuberkulose als ein weifsgrauer, dünner Überzug, der nach einiger Zeit faltig wird.

Nach Eberth ist der Bacillus der Pseudotuberkulose identisch mit dem Erreger der „Tuberculose zoogléique“ von Malassez und Vignal, durch Chantemesse wurde diese Ansicht Eberths bestätigt. Dieser Beweis wurde 1890 durch die Untersuchungen von Grancher und Ledoux-Lebard vervollständigt, diesen Autoren gelang es, aus Kulturen der Eberthschen Pseudotuberkulose ähnliche Bacillenformen zu erhalten, wie sie die Zoogloea bei der genuinen Tuberkulose zoogléique bilden, auch kann es unter besonderen Umständen bei Tieren nach der Infektion zur Bildung von solchen Zooglöen kommen.

Die Bacillen färben sich am besten mit Löfflerscher alkalischer Methylenblaulösung, nach Grams Methode färben sie sich nicht.

8. Die Bacillen der Syphilis, im Smegna praeputiale und bei Ulcus molle.

(Fig. 31, Fig. 32, Tafel VI.)

Durch Klebs, Aufrecht, Birch-Hirschfeld und andere waren Kulturen und Übertragungsversuche mit Bakterien angestellt worden, die sie in den Geweben und Sekreten luetischer Prozesse aufgefunden hatten, doch führten alle diese Experimente zu keinem befriedigenden Resultate.

Erst 1885 schien durch Lustgarten der spezifische Erreger der Syphilis gefunden worden zu sein, es war ihm gelungen, durch ein besonderes Färbeverfahren in den syphilitischen Geweben Bacillen nachzuweisen, die morphologisch viel Ähnlichkeit mit den Tuberkelbacillen hatten. Fig. 31 zeigt ein solches von Lustgarten stammendes Präparat*) von ausgestrichenem Kondylomsaft, welches nach seiner Methode gefärbt ist. Die schmalen Bacillen liegen zum Teil haufenförmig zusammen, zum Teil sind sie vereinzelt in dem Sekrete vorhanden. Die Färbemethode besteht darin, dafs man die mit Ehrlichscher Anilinwassergentianaviolettlösung gefärbten und mit Alkohol ausgewaschenen Präparate in einer Lösung von Kaliumpermanganat entfärbt, die Syphilisbacillen geben hierbei den Farbstoff nicht ab.

Die Lustgartenschen Bacillen wurden von Tavel und Alvarez, später auch von Matterstock im Smegma praeputiale, im Sekrete zwischen den kleinen und grofsen Labien und am Anus gesunder Menschen gefunden. Fig. 32 bringt solche Bacillen aus dem Smegma praeputiale zur Anschauung. Das Präparat stellt keine Reinkultur dar, aufser den kleinen schmalen Smegmabacillen findet sich auch noch eine Anzahl anderer grofser und dicker Bacillen.

Die Befunde Lustgartens sind nach diesen vielfach bestätigten Beobachtungen der ebengenannten drei Autoren jedenfalls nur dadurch zu erklären, dafs in die untersuchten luetischen Ulcerationen Smegmabacillen eingewandert waren, es ist auch wiederholt die Ansicht ausgesprochen worden (Baumgarten), dafs bei von dem After und den Genitalien entfernt sitzenden Syphilomen eine ja sehr leicht mögliche Verwechselung mit grofsen Tuberkelknoten stattgefunden hat, und so die Tuberkelbacillen, welche sich gegen die Lustgartensche Färbung ebenso verhalten, wie seine Bacillen, für die Syphilisbacillen angesehen worden sind.

Die Lustgartenschen Bacillen waren in Reinkulturen trotz aller Bemühungen nicht zu gewinnen.

Später wurden durch Eve und Lingard in luetischen Prozessen gefundene Syphilisbacillen beschrieben, auch Disse und Taquchi fanden Bacillen, sog. Doppelpunktbacillen, die sie für die Erreger der Syphilis ansprachen, die letztgenannten

*) Dies Präparat wurde uns von Herrn Prof. Tavel-Bern freundlichst zur Verfügung gestellt.

Bacillen wurden übrigens nur im Blute, nicht in den erkrankten Geweben von Luetischen gefunden.

Bei Ulcus molle wurde zuerst von Unna das Vorkommen von einer besonderen Bakterienart nachgewiesen, die in langen Ketten den oberflächlichen Teil des das Ulcus molle konstituierenden Infiltrates durchsetzt. Unna glaubt diesen Bacillus wegen seines massenhaften Vorkommens, seiner Einlagerung in das Gewebe und des Fehlens anderer Bakterien für den spezifischen Erreger des Ulcus molle halten zu dürfen.

Krefting und Quinquand fanden den Unnaschen Streptobacillus konstant im Gewebe des weichen Schankers. Mit alkalischen Methylenblau färben sich die Bacillen leicht.

9. Der Rhinosklerombacillus.

(Fig. 33, Taf. VI.)

Durch Hebra wurde 1870 das Rhinosklerom als eine besondere Krankheit, die die oberen Teile der Respirationswege, hauptsächlich die Nase befällt, erkannt. 1882 beschrieb v. Frisch zuerst eine Bakterienart, die sich konstant in den rhinosklerotischen Wucherungsprozessen des Schleimhautgewebes fand und hob ihre Bedeutung als mutmafsliches ätiologisches Agens des Rhinoskleroms hervor.

Fig 33 zeigt uns einen Schnitt durch die rhinosklerotische Geschwulstmasse des Pharynx. Wir sehen die kurzen, plumpen Stäbchen in gröfserer Menge in den grofsen kernlosen hyalinen Gebilden, den sog. Mikulicz'schen Zellen liegen, eine dieser Zellen ist kranzartig an ihrem Rande mit den Bacillen besetzt, in der unteren Zelle finden sich gröfsere Mengen von den Stäbchen zu einem Haufen vereinigt vor, sehr häufig erscheinen zwei Bacillen mit einander verbunden.

Durch Cornil und Alvarez ist der Nachweis erbracht worden, dafs die Rhinosklerombacillen sehr häufig von einer Kapsel umgeben sind. In Fig. 33 sind einzelne solcher mit Kapseln versehener Rhinosklerombacillen in dem oberen Teile der dunklerer gehaltenen Gewebsschichten zu sehen.

Paltauf und v. Eiselsberg züchteten die Rhinosklerombacillen in Reinkultur auf Gelatine und Blutserum.

Für Meerschweinchen, Mäuse und Kaninchen sind die Rhinosklerombacillen pathogen, doch sind die nach dieser Infektion bei den Tieren eintretenden Krankheitssymptome in keiner Beziehung dem Rhinosklerom des Menschen ähnlich. Nach Pick verliefen Übertragungsversuche von Reinkulturen des Rhinosklerombacillus auf den Menschen resultatlos.

10. Der Bacillus der Kaninchenseptikämie.

(Fig. 38, Taf. VII.)

Von Gaffky wurde 1881 im Wasser der Panke, eines stark verunreinigten, kleinen Nebenlaufes der Spree, eine Bakterienart gefunden und beschrieben, die, auf Kaninchen verimpft, deren Tod in kurzer Zeit, durchschnittlich in 18—24 Stunden unter Auftreten septicämischer Erscheinungen herbeiführte, auch für Mäuse und Tauben ist sie pathogen. Dieser, von Gaffky als Bacillus der Kaninchen-septicaemie bezeichnete Keim hat in morphologischer und biologischer Hinsicht viel Ähnlichkeit mit dem Bacillus den Hühnercholera, nur ist er, wie dies aus Fig. 38, die eine Reinkultur auf Agar von diesem Keime darstellt, ersichtlich, etwas gröfser als jener Mikroorganismus.

Die kurzen Bacillen liegen gewöhnlich zu 5 bis 6 Individuen zusammen, und ähneln dadurch kurzen Streptokokkenverbänden, auch im Blute und in den Organen der befallenen Tiere findet sich dies Verhalten.

11. Der Bacillus der Schweineseuche.

(Fig. 39, Taf. VII.)

Von Löffler wurde 1882 in dem Blute eines Schweines, welches einer rotlaufähnlichen Erkrankung erlegen war, ein Bacillus gefunden und künstlich weiter gezüchtet, der aus der Reinkultur auf Schweine übertragen in kurzer Zeitspanne den Tod derselben verursacht. Die Bacillen finden sich hauptsächlich in der Umgebung des ödematösen Unterhautzellgewebes der Infektionsstelle, aber auch im Blut und in den Organen sind sie reichlich vorhanden.

Dieser Bacillus, welcher als Erreger der Schweineseuchen erkannt worden ist, hat ebenfalls mit den Hühnercholerakeimen grofse Ähnlichkeit. Fig. 39 führt uns eine Gelatinereinkultur desselben vor. In Form und Gröfse stimmen die kurzen, gedrungenen Stäbchen vollkommen mit den Bacillen der Hühnercholera überein, sie zeigen jedoch mehr die Tendenz, sich zu längeren Verbänden zu vereinigen, nur selten sieht man auch paarweise oder gar vereinzelt liegende Bacillen.

Sie unterscheiden sich von den Bacillen der Hühnercholera hauptsächlich durch ihr Verhalten gegen Hühner und Tauben, für welche der Bacillus der Schweineseuche völlig indifferent ist.

Auf Gelatine wächst der Bacillus, der nur geringe Eigenbewegung besitzt, als ein schmaler, weifslicher Saum ohne Verflüssigung des Nährbodens hervorzurufen.

Nach dem Gram'schen Verfahren färbt er sich nicht, nimmt aber mit Leichtigkeit die gewöhnlichen Anilinfarbstoffe auf.

12. Der Bacillus des Schweinerotlaufes.

(Fig. 40, Taf. VII.)

In dem Blute und in den Organen rotlaufkranker Schweine entdeckte 1882 Löffler einen Bacillus, den er künstlich züchten konnte und mit dessen künstlichen Kulturen Schütz die experimentelle Erzeugung von Rotlauf bei Schweinen gelang.

Der Bacillus des Schweinerotlaufes ist ein kleines, kurzes Stäbchen, das wie wir auf Fig. 40 wahrnehmen können, häufig zu mäfsig langen Verbänden auswächst auch zu zweien liegende oder vereinzelte Individuen finden sich vor.

Eigenbewegung und Sporenbildung werden bei dem Bacillus vermifst.

Auf Gelatine bildet der Bacillus einen silbergrauen Belag, ohne den Nährboden zu verflüssigen, auf Agar entwickelt sich eine zarte, weifsgraue Haut, auf Kartoffeln findet kein Wachstum statt. Auf schwefelhaltigem Nährboden entwickeln sie, wie Petri und Maassen nachwiesen, reichlich Schwefelwasserstoff.

Aufser für Schweine ist der Bacillus auch für Kaninchen, Tauben, graue und weifse Mäuse pathogen, Rinder, Pferde, Meerschweinchen und Hühner verhalten sich refraktär.

Nach den Versuchen Pasteurs gelingt es Schweine durch Impfung mit mitigierten Rotlaufbacillen gegen die Infektion mit virulenten Kulturen zu immunisieren.

Die Infektion bei den Schweinen findet jedenfalls durch Verschlucken von von Exkrementen erkrankter Tiere statt.

Die Krankeit beginnt mit Mattigkeit und Frefsunlust der Tiere, dann treten an der Bauch- und Brusthaut grofse rote Flecken auf, die sich stark ausdehnen. Der Tod tritt meist schon nach wenigen Tagen ein.

13. Der Leprabacillus.

(Fig. 34, Taf. VI.)

Der Leprabacillus wurde im Jahre 1880 durch Hansen im leprös erkrankten Gewebe entdeckt, sein Befund wurde ein Jahr später durch die Untersuchungen Neifsers bestätigt. Der Leprabacillus hat morphologisch eine unverkennbare Ähnlichkeit mit dem Tuberkelbacillus, er ist ein kleines kurzes Stäbchen, das im Gewebe nach Art der Tuberkelbacillen zu mehreren Exemplaren lose beieinander liegt. Fig. 34 stellt einen Schnitt durch menschliche lepröse Haut dar. Die feinen Stäbchen, welche etwas kürzer sind als die Tuberkelbacillen, sind meist leicht gebogen, die Enden erscheinen schwach abgerundet, häufig liegen die Bacillen zu zweien aneinander. Die Bacillen haben keine Eigenbewegung, auch Sporenbildung ist nicht bei ihnen mit Sicherheit beobachtet worden.

Kulturversuche des Leprabacillus sind Bordoni Uffreduzzi gelungen, der auf Peptonglycerinblutserum Leprabacillen aus dem Knochenmark lepröser Leichen

zur Entwickelung brachte. In den Strichkulturen wuchsen die Bacillen bandartig mit ausgezackten Rändern.

Auch in der Aufnahme der Farbstoffe ist der Leprabacillus dem Tuberkelbacillus nahestehend, nur färbt er sich nicht ganz so schwer.

Die Leprabacillen färben sich auch nach dem Gramschen Verfahren.

Beim Menschen gehört die gleichzeitige Erkrankung an Lepra und Tuberkulose nicht zu den Seltenheiten, der Nachweis des gleichzeitigen Ergriffenseins eines Organes von beiden Krankheiten ist dagegen erst einmal erbracht worden und zwar von Danielssen.

Eine Übertragung von Lepra auf Kaninchen ist Melcher und Ortmann gelungen, die Tiere gingen 4 Monate nach der Infektion zu Grunde, die Sektion ergab das Vorhandensein lepröser Knoten im Darme.

14. Der Rotzbacillus.

(Fig. 35, Taf. VI.)

Löffler und Schütz gelang es im Jahre 1882, den Erreger des Malleus (Rotz), einer speziell für Pferde und Esel gefährliche Krankheit, die aber auch auf den Menschen übertragen werden kann, aufzufinden; denselben aufserhalb des Organismus zu züchten und mit diesen Reinkulturen wiederum Rotzerkrankung bei verschiedenen Tierarten hervorzurufen.

Fig. 35 führt uns eine Agarreinkultur dieses Keimes vor, die kurzen, kleinen Stäbchen sind häufig schwach gekrümmt und liegen meist zu zwei oder drei Exemplaren bei einander. Gröfsere Verbände kommen fast niemals vor. Eigenbewegung fehlt ihnen vollkommen.

Sporenbildung ist bei dem Rotzbacillus mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen worden.

Nach Löffler färben sich die Bacillen am besten mit der Löffler'schen alkoholischen Methylenlösung, nach der Gram'schen Methode färben sich die Rotzbacillen nicht.

Auf Agar wächst der Rotzbacillus als ein weifser, feuchter Belag. Auf Blutserum bildet er eine gelbliche, weifse Decke, ohne das Serum zu verflüssigen.

Charakteristisch ist das Wachstum des Rotzbacillus auf Kartoffeln, hier wächst er in Form eines goldgelben Belages, der bald nachdunkelt und dann eine rotbraune Farbe annimmt.

Übertragungen von auf künstlichem Nährboden gewachsenen Rotzbacillen auf empfängliche Tiere erzeugen Rotzerkrankung, wenn die Kulturen nicht schon zu lange Zeit auf künstlichem Nährboden zugebracht und so ihre Virulenz eingebüfst haben. Empfänglich sind von den Haustieren: Pferde, Ziegen, Esel und Schafe. Rinder sind immun, ebenso Mäuse.

Die Infektion erfolgt meistens durch geringfügige Verletzungen der äusseren Haut. Beim Pferde etablieren sich die Rotzgeschwüre fast regelmäfsig auf der Nasenschleimhaut, später kommt es zu Verdickungen der Lymphdrüsen, zu Abscedierungen und zur Bildung von submiliaren Knötchen in den Organen.

Von Kalning und Preusse ist aus den Kulturen von Rotzbacillen ein Präparat „Mallein" hergestellt worden, das als diagnostisches Hilfsmittel bei rotzverdächtigen Pferden in Anwendung gebracht wird.

Bang, Roux und Babes haben wirksame Malleinpräparate aus Glycerin-Bouillon-Kulturen des Rotzbacillus dargestellt.

15. Der Bacillus der Hühnercholera.

(Fig. 36, Taf. VI, Fig. 37, Taf. VII.)

Der Bacillus der Hühnercholera, einer epizootisch auftretenden, mit Diarrhoeen verbundenen Geflügelkrankheit, ist durch Perroncito und Pasteur im Blute, in den Organen und Facces, der mit der Krankheit befallenen Thiere aufgefunden worden. 1880 gelang es Pasteur, den Bacillus künstlich zu züchten und mittelst dieser Kulturen die charakteristischen Krankheitserscheinungen durch Überimpfung bei Hühnern hervorzurufen. Der Hühnercholerabacillus bildet kleine kurze Stäbchen, die wie Fig. 36, welche eine Reinkultur darstellt, zeigt, zu zwei oder mehreren Exemplaren aneinander liegen. In vielen dieser Bacillen bemerken wir hellere Stellen; es ist für die Hühnercholerakeime charakteristisch, dafs sie sich fast immer nur an den Enden mit basischen Anilinfarbstoffen intensiv färben, wenn die Einwirkung des Farbstoffes nicht zu lange andauert. Im Blute der von Hühnercholera befallenen Vögel finden sich grosse Mengen von den Bacillen, die sich jedoch, wie dies auch im Präparat von Fig. 37 zu sehen ist, niemals zu gröfseren Massen anhäufen, sondern immer nur vereinzelt oder paarweise auftreten. Die eigentümliche Endenfärbung ist auch bei mehreren Individuen gut wahrzunehmen.

Die Hühnercholerabacillen sind ohne Eigenbewegung, Sporenbildung fehlt bei ihnen, sie gehören zu den facultativ aëroben Bakterienarten. Sowohl bei Brutwärme wie auch bei niederen Temperaturen gedeihen die Bacillen.

In den Gelatinestichkulturen wächst der Bacillus als dünner, weifser Streifen, ohne die Gelatine zu verflüssigen, auf der Ausstrichkultur kommt es zur Bildung eines grauweifsen Belages.

Auf Kartoffeln und Agar findet ein üppiges Wachstum statt, es entsteht hier eine gelbgraue dicke Schicht auf den Nährsubstraten. Nach der Gram'schen Methode färben sich die Bacillen nicht.

Durch subkutane Impfung mit den Bacillen oder Einführung derselben per os kann auch bei mehreren Vogelarten, auch bei Mäusen und Kaninchen, eine Infektion herbeigeführt werden.

Die Infektion des Geflügels unter gewöhnlichen Verhältnissen findet jedenfalls dadurch statt, dafs gesunde Tiere mit ihrer Nahrung etwas von verstreut umherliegenden, Hühnercholerabacillen enthaltenen Excrementen der bereits infizierten Tiere aufnehmen. Die erkrankten Tiere versinken bald in einen apathischen Zustand, sie sitzen mit aufgeblasenem Gefieder auf einer Stelle und sterben meist schon nach 40 Stunden.

Mit den Bacillen der Hühnercholera stellte Pasteur 1880 die ersten Versuche über die Immunisierung vermittelst abgeschwächter Reinkulturen an.

16. Bacillus der Frettchensäuche.

(Fig 41. Tafel VIII.)

Von Eberth und Schimmelbusch wurde gelegentlich einer Epidemie, welche unter einer gröfseren Anzahl von gezähmten Frettchen ausbrach, in den Kadavern einiger dieser Marder ein Bacillus aufgefunden, den sie in Reinkultur züchten und durch Verimpfung dieser wieder die spezifische Erkrankung erzeugen konnten.

Der Bacillus ist ein kurzes, plumpes Stäbchen mit lebhafter Eigenbewegung, die durch Geifseln hervorgerufen wird.

Auf Fig. 41 sehen wir ein Ausstrichpräparat aus einer Gelatinereinkultur dieses Bacillus reproduciert, die Geifselfäden sind hier durch das Löfflersche Verfahren sichtbar gemacht worden, sie erscheinen von allen Seiten an den kurzen Stäbchen angeheftet und zeichnen sich durch ihre beträchtliche Länge aus. Die Bacillen liegen meist zu zwei oder mehreren Exemplaren aneinander, auch sie haben mit denen der Hühnercholera viele Ähnlichkelt, sind aber für Hühner nicht pathogen. In der Gelatinestrichkultur wächst der Bacillus als ein dünner, weifsgrauer Belag, die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Aufser den Frettchen sind auch Sperlinge, Tauben, Kaninchen und Meerschweinchen empfänglich für Infektion mittelst des Bacillus der Frettchenseuche. Zu den Folgeerscheinungen der Erkrankung gehören Pneumonie und Milztumor. Die Bacillen finden sich bei den erkrankten resp. gestorbenen Tieren in dem Blute und in den Organen.

17. Der Bacillus des Mäusetyphus.

(Fig. 42, Tafel VIII.)

Im Jahre 1890 fand Löffler bei einer Epidemie, welche unter dem Mäusebestand seines Laboratoriums ausbrach, in dem Blute, der Leber und Milz der eingegangenen Tiere kurze Bacillen, welche Geifselfäden besafsen und künstlich fortgezüchtet werden konnten. Die Reinkulturen erwiesen sich bei Verfütterung für weifse Mäuse und Feldmäuse als virulent, die Brandmaus, Tauben,

Hühner, Kaninchen und Schweine sind refraktär gegen den Mäusetyphus-Bacillus. Die Epidemie entstand dadurch, dafs die gesunden Tiere die Kadaver der Gefallenen annagten.

Fig. 42 führt uns die kurzen, fast kokkenähnlichen Bacillen, die aus einer Agarkultur stammen, vor. Die Stäbchen liegen hier in gröfseren Verbänden eng beieinander, in einzelnen Individuen bemerken wir hellere Stellen, die darauf zurückzuführen sind, dafs hauptsächlich die Endteile der Stäbchen für intensive Färbung mit den gewöhnlichen Farbstoffen zugänglich sind.

In Gelatine bildet der Bacillus nach kurzer Zeit grauweifse Auflagerungen, auf Agar wächst er als ein durchscheinender weifser Überzug, auf Kartoffeln als weifsliche, dicke Masse, in deren Umgebung die Kartoffel eine schmutzig graue Färbung annimmt.

Die weifsen Mäuse starben während der Epidemie nach 1 bis 2 Wochen. Bei der Sektion zeigten die Mäuse Milztumor, parenchymatöse Trübung der Leber, Schwellung mit Hämorrhagien der Mesenterialdrüsen, der Magen- und Dünndarmschleimhaut.

In den Schnitten der Organe liegen die Bacillen innerhalb der Kapillaren haufenförmig zusammen, ähnlich den Typhusbacillenherden beim Menschen.

Der Bacillus des Mäusetyphus ist von Löffler auf Anregung der griechischen Regierung in Thessalien zur Bekämpfung der dortigen Mäuseplage erfolgreich benutzt worden. Massenkulturen in Haferdekokten wurden angelegt, Brotstücke hineingetaucht und diese in die Mäuselöcher gesteckt, grofse Mengen dieser Nager erlagen nach dem Genusse des Brotes in wenigen Tagen der Infektion.

Von Laser wurde 1891 gelegentlich einer Mäuseepidemie ein dem eben beschriebenen Bacillus sehr ähnlicher entdeckt, der in noch kürzerer Zeit den exitus letalis der Tiere herbeiführt.

18. Der Bacillus der Mäuseseptikämie.

(Fig. 43, Taf. VIII.)

Der Bacillus der Mäuseseptikämie wurde 1878 durch Koch entdeckt. Koch impfte Mäuse mit faulendem Blute und fand, dafs hierdurch eine Anzahl der Tiere zu Grunde ging und im Blute und in den Organen derselben eine grofse Menge von feinen Stäbchen vorhanden war, die in künstlicher Reinkultur erhalten werden konnten und dann ebenfalls die charakteristische Erkrankung bei Mäusen hervorriefen. Tauben, Sperlinge und Kaninchen sind aufser den weifsen und Hausmäusen für den Bacillus empfänglich; Feldmäuse, Hühner und Meerschweinchen verhalten sich refraktär.

Der Krankheitsverlauf und der pathologisch- anatomische Befund bei dieser Krankheit hat aufserordentlich viel Ähnlichkeit mit den Erscheinungen, welche nach

der Infektion mit den Rotlaufbacillen auftreten, auch die Bacillen ähneln in morphologischer als auch biologischer Hinsicht sehr den schon im vorstehenden beschriebenen Bacillen des Schweinerotlaufes.

Die Bacillen sind etwas schmäler als die des Rotlaufes, wie ein Vergleich der auf Fig. 43 dargestellten Mäuseseptikämiebacillen mit den Stäbchen des Schweinerotlaufes auf Fig. 40 zeigen wird.

Auch bei den Mäuseseptikämiebacillen bemerken wir die Neigung zur Bildung von festen Verbänden, die oft den Eindruck machen als ob es sich um einen grofsen und langen Bacillus handele und nicht um mehrere kleine, kurze Stäbchen, die eng aneinander liegen. Die einzelnen Individuen zeigen oft eine schwache Krümmung. Die Stäbchen scheinen keine Eigenbewegung zu besitzen.

In der Gelatinestichkultur kommt es zu einer wolkigen Trübung ohne Verflüssigung des Nährbodens, auf den übrigen Nährböden wächst der Bacillus fast genau so, wie dies schon bei dem Bacillus des Schweinerotlaufes angegeben ist und somit einer Wiederholung nicht bedarf.

Es ist weiteren Untersuchungen noch vorbehalten, festzustellen ob der Bacillus der Mäuseseptikämie mit dem des Schweinerotlaufes identisch ist, wie jetzt vielfach behauptet wird.

19. Bacillus enteritidis Gärtner.

(Fig. 44, Taf. VIII.)

Im Jahre 1888 entdeckte Gärtner gelegentlich einer Fleischvergiftung in Frankenhausen, welche durch den Genufs des Fleisches einer notgeschlachteten Kuh hervorgerufen worden war, einen Bacillus, der sowohl in den Fleischresten als auch in der Milz eines der Vergiftung erlegenen Arbeiters vorhanden war.

Da bei den von der Erkrankung ergriffenen Menschen eine starke Enteritis auftrat, bezeichnete Gärtner den Erreger derselben als „Bacillus enteritidis“.

Fig. 44 stellt eine Agarreinkultur des Bacillen enteritidis dar, die kurzen dicken Stäbchen liegen fast ausnahmslos zu 2 und 3 Exemplaren dicht nebeneinander, und erwecken so oft den Anschein, dafs es sich um ein gröfseres Stäbchen handele. An den Enden sind die Bacillen abgerundet, bei Bakterienmaterial, welches aus dem Organismus stammt, sind die Bacillen häufig von einer kapselartigen Hülse umgeben. Die Stäbchen haben eine lebhafte Eigenbewegung, Sporenbildung fehlt.

Auf Gelatine wächst der Bacillus ohne Verflüssigung hervorzurufen als eine hellgraue Schicht, auf Agar und Blutserum gedeiht er bei Bruttemperatur vortrefflich.

Die Reinkulturen des Bacillus erwiesen sich für Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen als intensiv pathogen, schon wenige Tage nach der subkutanen Injektion gingen die Tiere zu Grunde. Der Bacillus fand sich in grofsen Mengen in dem Blute und den Organen der an der Infektion verendeten Tiere.

Hunde, Katzen, Hühner und Sperlinge verhalten sich refraktär.

Gärtner fand die Bacillen nie im Fleische frischgeschlachteter Tiere, auch wenn dasselbe der Fäulnis überlassen wurde.

Da von den erkrankten Personen in Frankenhausen einige nur im gekochten Zustande, bezw. als Brühe, das infektiöse Fleisch gegessen hatten, stellte Gärtner mit sterilisierten Bouillon-Kulturen des Bacillus Versuche an, indem er per os und subkutan von diesen Meerschweinchen und Mäusen kleine Quantitäten einverleibte. Unter Erscheinungen von Lähmung seitens des Centralnervensystems und Enteritis gingen die Tiere zu Grunde. Der Bacillus muss daher stark giftig wirkende Stoffwechselprodukte zu bilden im stande sein.

20. Bacillus pyocyaneus.

(Fig. 45, Taf. VIII.)

Der durch Gessard 1882 zuerst gesehene und beschriebene Bacillus pyocyaneus ist die Ursache des Blau- oder Grünwerdens der mit Eiter getränkten Verbandstoffe.

Fig. 45 führt uns die kleinen schlanken Stäbchen des blauen Eiters vor, die Enden der einzelnen Individuen sind eiförmig abgerundet, er bildet meistens kurze Verbände von 2—4 Individuen, doch auch vereinzelt trifft man ihn unselten an. Er besitzt eine ziemlich grofse Eigenbewegung, Sporenbildung scheint bei ihm nicht vorzukommen.

In Gelatine wächst der Bacillus unter Verflüssigung des Nährbodens unter Bildung eines grünen fluorescierenden Farbstoffes.

Auf Agar wächst er als eine weifse Haut, unter der sich der Nährboden grün färbt.

Auf Kartoffeln bildet er einen gelblichen Belag, es lagert sich in der Umgebung desselben ein schöner grüner Farbstoff in der oberen Schicht der Kartoffel ab.

Es kommen Varietäten dieses Bacillus vor, die verschiedene Farbstoffe bilden, die hauptsächlichsten sind das blaue Pyocyanin und ein grüner Farbstoff.

Charrin und Phisalix gelang es durch fortgesetztes Züchten des Bacillus bei 42,5° C. die Farbstoffproduktion desselben aufzuheben, wird dann die Kultivierung wieder bei 30° C. fortgesetzt, so produzierten die Bacillen wie zuvor den Farbstoff.

Der Bacillus ist für Kaninchen und Meerschweinchen pathogen, diese Tiere gehen nach intravenöser oder subkutaner Einverleibung der Bacillen an eiteriger, lokaler Entzündung ein.

Der Bacillus pyocyaneus bildet giftige Stoffwechselprodukte, Charrin und Gley wiesen nach, dafs die in Alkohol unlöslichen Substanzen schon nach 2 Stunden bei Fröschen eine allgemeine Parese hervorriefen, während die in Alkohol löslichen Substanzen unwirksam waren.

21. Bacillus capsulatus R. Pfeiffer.

(Fig. 46, Taf. VIII.)

In der Bauchhöhle eines spontan eingegangenen Meerschweinchens fand 1892 R. Pfeiffer ein zähes Exsudat, welches eine Reinkultur eines kurzen plumpen Stäbchens bildete.

Fig. 46 führt uns ein Präparat aus der peritonealen Ödemflüssigkeit eines mit den Kapselbacillen infizierten Meerschweinchens vor. Die ziemlich grofsen, dicken Stäbchen, welche meist vereinzelt liegen, sind an den Enden abgerundet und mit einer ovalen Kapsel umgeben, die in diesem Präparate nicht bei allen Individuen gut entwickelt ist. Der Bacillus besitzt keine Eigenbewegung, auch Sporenbildung ist nicht beobachtet worden.

In Gelatinestichkulturen bildet er weifse Nagelformen ohne den Nährboden zu verflüssigen.

Auf Agar wächst der Kapselbacillus als ein dicker, weifser Überzug, auf Kartoffeln ruft er fadenziehende Beläge von weifs-gelber Farbe hervor. In Bouillon bilden sich nach längerer Zeit wolkige, weifse Niederschläge.

Der Kapselbacillus ist für Haus- und weifse Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen und Tauben infektiös. Mäuse gehen nach subkutaner Infektion gewöhnlich schon nach 2—3 Tagen zu Grunde. In dem fadenziehenden Blute und in den Organen finden sich grofse Mengen der Kapselbacillen.

Der Bacillus färbt sich nach der gewöhnlichen Methode, nach der Gramschen Methode entfärbt er sich.

22. Der Tetanusbacillus.

(Fig. 47, Taf. VIII.)

Durch Carle und Rattone wurde 1884 die Entdeckung gemacht, dafs der Wundstarrkrampf zu den Infektionskrankheiten gehöre. Nicolaier stellte bald darauf fest, dafs durch subkutane Einverleibung von Gartenerde bei Mäusen, Meerschweinchen etc. Tetanuserkrankung hervorgerufen werden kann. Der Wundeiter dieser Tiere rief bei anderen Tieren dieselben charakteristischen Krankheitserscheinungen hervor. An der Infektionsstelle fanden sich lange dünne Stäbchen mit endständigen Sporen, die Reinzüchtung dieser Mikroorganismen gelang jedoch Nicolaier nicht.

Rosenbach zeigte zwei Jahre später, dafs der von Nicolaier gefundene, endständige Sporen tragende Bacillus auch bei dem Tetanus traumaticus des Menschen vorkommt, aber auch ihm gelang eine Reinkultivierung nicht.

Erst 1891 konnte Kitasato die Tetanusbacillen rein zu züchten, indem er alle anderen auf dem Blutserum oder Agar mitkultivierten Bakterien durch Erhitzen auf 80° C. abtötete.

Der Tetanusbacillus wächst obligat anaërob, er besitzt geringe Eigenbewegung und ist wie Fig. 47 zeigt ein borstenähnliches Stäbchen, das endständige Sporen bildet, die Enden der Individuen sind ziemlich scharf abgeschnitten. In hochgeschichteter Gelatinekultur wächst der Tetanusbacillus in der unteren sauerstofffreien Zone derselben in strahlen- oder distelartiger Form, nach längerem Wachstum wird die Gelatine verflüssigt. Ähnlich wächst er in Agar.

Die Kulturen des Tetanusbacillus verbreiten einen intensiven Geruch, in dem Gemenge der gebildeten Gase sind Schwefelwasserstoff und Methylmercaptan nachgewiesen worden.

Der Tetanusbacillus färbt sich nach der Gramschen Methode.

In Gartenerde, Staub und in Tierexkrementen sind sehr häufig entwickelungsfähige Tetanusbacillen resp. deren Sporen nachgewiesen worden.

Infiziert man mit derartigem, Tetanuskeime enthaltenen Material empfängliche Tiere, so finden sich nach dem Tode derselben an der Infektionsstelle in der geringen Menge des gebildeten Eiters viele sporentragende Tetanusbacillen. An anderen Stellen des Körpers sind die Bacillen noch niemals nachgewiesen worden. Die Tetanusbacillen produzieren ein Toxin, welches von der Infektionsstelle aus in den Körper eindringt und die Allgemeinerscheinungen hervorruft, dieses Toxin wird auch in den künstlichen Nährböden gebildet. Beim Erhitzen auf 65⁰ während 5 Minuten wird das Toxin schon sehr stark in seiner Virulenz geschädigt, bei höheren Temperaturen tritt seine völlige Zerstörung ein.

Immunisierungs- und Heilversuche gegen Tetanus sind von Behring, Kitasato u. a. vorgenommen worden.

23. Der Bacillus des Rauschbrandes.

(Fig. 48, Taf. VIII.)

Durch Feser und Bollinger wurde 1876 der Rauschbrand der Rinder als eine Erkrankung erkannt, welche nicht mit der Milzbranderkrankung identisch ist, wie bis dahin allgemein angenommen wurde. Beide Forscher beobachteten auch schon das regelmäfsige Vorkommen von dicken Stäbchen in den emphysematösen Anschwellungen des Unterhautzellgewebes und vermuteten in ihnen den Erreger der Krankheit.

Arloing, Cornevin und Thomas gelang es einige Jahre später die Rauschbrandbacillen auf künstlichem Nährboden zu züchten und durch Verimpfung des so gewonnenen Bakterienmaterials wieder Rauschbrand hervorzurufen.

In Fig. 48 sind die dicken plumpen Stäbchen des Rauschbrandes dargestellt, sie liegen häufig zu mehreren Exemplaren aneinandergereiht und sind an den Enden abgerundet. Sie haben eine mäfsige Eigenbewegung, die durch zahlreiche Geifselfäden bedingt ist.

Der Rauschbrandbacillus bildet endogene, ovale Sporen, die demselben das Aussehen der Trommelschlägelform geben.

Der Rauschbrandbacillus gehört zu den exquisiten Anaëroben, auf künstlichem Nährboden gedeiht er am besten bei Bruttemperatur. In der Gelatinestichkultur bildet er meistens kleine weifse runde Kugeln, die die umliegende Gelatine bald verflüssigen, während des Wachstumes tritt eine bedeutende Entwickelung von stinkenden Gasen auf, sehr häufig entstehen hierdurch Einrifse in der Gelatineschicht. Der Rauschbrandbacillus färbt sich nach den gewöhnlichen Färbemethoden, nach dem Gramschen Verfahren jedoch nicht.

Rinder, Ziegen und Meerschweinchen sind sehr empfänglich für Rauschbrandinfektion, weniger Pferde und Esel. Frösche gehen an der Infektion zu Grunde, wenn sie bei 22° C. gehalten werden. Am häufigsten kommt die Rauschbranderkrankung bei den Rindern vor, die Tiere erkranken an Anschwellungen der Muskulatur und Haut, beim Überstreichen der ergriffenen Stellen — meist sind es die Schenkel und Brust — vernimmt man ein knisterndes (rauschendes) Geräusch, welches durch die Gasblasen in den emphysematösen Schwellungen hervorgerufen wird. Die Tiere erliegen nach 40—50 Stunden der Infektion.

Kitt gelang es mit einem Impfstoff, den er aus getrocknetem Rauschbrandfleisch durch 6stündiges Erhitzen im strömenden Dampf gewann, Rinder, Schafe und Meerschweinchen gegen Rauschbrand zu immunisieren, ähnliche Versuche mit gleichem Erfolge stellte Roux an.

Eine Übertragung von Rauschbrand auf den Menschen ist noch nicht beobachtet worden.

24. Der Bacillus des malignen Ödems.

(Fig. 49, Fig. 50, Taf. IX.)

Im Jahre 1881 beschrieb Koch den Bacillus oedematis maligni, wahrscheinich ist dies derselbe Keim, den Pasteur als Vibrion septique bezeichnet hatte.

Der Bacillus des malignen Ödems ist in der Natur aufserordentlich weit verbreitet, er findet sich in den oberflächlichen Schichten frisch gedüngter Gartenerde fast regelmäfsig, ebenso wird er häufig in Staub, Schmutz und dem Darmkanal vieler Tiere angetroffen.

Der Bacillus oedematis maligni ist ein schmales Stäbchen mit abgerundeten Enden, er findet sich, wie dies auch Fig. 49 zeigt, sehr häufig zu kurzen Fäden vereinigt vor, die im tierischen Organismus zu ziemlicher Länge anwachsen können. Die Bacillen des malignen Ödems haben eine ziemlich starke Eigenbewegung, die durch Geifseln hervorgerufen wird. Fig. 50 stellt ein Geifselpräparat des Bacillus dar, die sehr langen und starken Geifselfäden sind nicht nur an den Enden des Stäbchens angeheftet, sondern auch an den Längsseiten. Durch die Behandlung

mit der Beize u. s. w. sind die Stäbchen auch hier bedeutend aufgequollen und erscheinen um vieles gröfser als die bei derselben Vergröfserung, 1000: 1, aufgenommenen nur mit Fuchsin behandelten Ödembacillen in Fig. 49.

Unter gewissen Umständen bilden die Ödembacillen Sporen, diese letzteren rufen in den Bakterienzellen jene Auftreibungen hervor, welche man als Klostridium oder Spindelform bezeichnet.

Der Ödembacillus, welcher ein exquisiter Anaërobe ist, gedeiht auf den künstlichen Nährböden am besten bei Bruttemperatur, doch auch bei ca. 20° C. kommt er ziemlich gut, wenn auch langsam, zur Entwickelung.

In der Gelatinestichkultur bildet der Bacillus kugelige Gebilde, welche von einem wolkigen Schleim umgeben sind und viel stinkende Gase produzieren, die Gelatine wird nach und nach verflüssigt.

Bei der Kultivierung in Traubenzuckeragar, der einen besonders günstigen Nährboden für die Ödembacillen abgiebt, bilden sich ebenfalls kleine, weifse, kugelförmige Kolonien, sehr häufig wird der Nährboden in kleine Stücke gerissen durch die stürmisch vor sich gehende Gasentwickelung.

Sehr empfänglich für die Infektion mit dem Bacillus oedematis maligni sind die Meerschweinchen. Man bringt ihnen am zweckmäfsigten in eine subkutan angelegte Hauttasche eine Messerspitze voll Gartenerde, welche Sporen des Bacillus enthält. Nach 2—3 Tagen gehen die Tiere dann regelmäfsig an der Infektion zu Grunde. Überall findet man jetzt in dem allgemeinen Ödem in grofser Menge die Bacillen. Das Unterhautzellgewebe ist in der Umgebung der Infektionsstelle von einer schmutzigbraun gefärbten, intensiv nach Schwefelwasserstoff und Merkapton riechenden Jauche durchsetzt. Beim Menschen sind Erkrankungen an malignem Ödem durch subkutane Injektionen mit unreinen Spritzen und bei Vorhandensein von Knochenbrüchen etc. beobachtet worden, die Fälle verliefen nach wenigen Tagen letal.

Mit den basischen Anilinfarbstoffen färbt sich der Ödembacillus gut, nach dem Verfahren von Gram färbt er sich nicht.

25. Der Vibrio der Cholera asiatica.

(Fig. 51, Fig. 52, Fig. 53, Fig. 54, Taf. IX.)
(Fig. 55, Fig. 56, Fig. 57, Taf. X.)

Die Cholera trat in Europa epidemisch zum ersten Male in den Jahren 1829 bis 1837 auf, sie nahm ihren Ausgang von Indien her und überflutete im breiten Strome Europa, grofse Verheerungen anrichtend.

Von dieser Zeit an war die Cholera in Deutschland ein häufiger Gast, Hamburg hat beispielsweise seit dem Jahre 1831 15 Cholera-Epidemien zu verzeichnen, ihm folgt Berlin mit 12 Epidemien.

Die Ansicht über die Entstehung und Ursache der Cholera waren ziemlich einseitig, man nahm allgemein an, dafs ein giftiges Produkt, dessen Träger vielleicht die Luft sei, die Verbreitung der Epidemie und diese selbst verursachte, räumte auch örtlichen Verhältnissen einige Bedeutung ein und schrieb schliefslich bescheidener und einfacher Weise alles irgendwie Unerklärliche dem Walten des „genius epidemicus“ zu.

Das Verdienst, diese zum gröfsten Teil nichtigen Hypothesen präcisiert und berichtigt zu haben, und zwar auf Grund langjähriger Beobachtungen, kommt M. v. Pettenkofer zu. Er stellt die Ätiologie der Cholera gewissermafsen als Gleichung mit einer Unbekannten hin und fafst seine Anschauungen folgendermafsen zusammen: Der Cholerakeim (x) erzeugt auf Grund der örtlichen und zeitlichen Disposition des Bodens (y), das Choleragift (z) wie der Hefepilz (x) aus der Zuckerlösung (y) das Gift des berauschenden Alkohols (z) hervorgehen läfst.

v. Pettenkofer giebt die Existenz des Keimes x als solchen zu, bestreitet aber, dafs dieser ohne y und z daneben im stande sei Cholera zu erzeugen. Als zeitliche Disposition des Bodens (y) sieht Pettenkofer neben Verunreinigungen desselben den niedrigen Stand des Grundwassers an. Bis zum Jahre 1883 war diese Anschauung Pettenkofers in Deutschland allgemein anerkannt worden.

Schon 1838 glaubte Boehm in den Cholerastühlen Hefepilzen ähnlich gebildete Individuen gesehen zu haben, 1866 fand Klob in Choleradejektionen verschiedenartige Mikroorganismen, die er für die Erkrankungsursache hielt.

Als 1883 in Ägypten eine Cholera-Epidemie ausbrach, die drohte auch nach Europa überzugreifen, schickte die deutsche Reichsregierung eine Expedition unter Führung von Robert Koch nach Ägypten, welche über das Wesen der Seuche Nachforchung halten sollte.

Da die Untersuchungen in Ägypten keine endgültigen Resultate ergeben hatten, begab sich die Expedition nach der Heimat der Cholera, nach Indien. Hier gelang es Koch im Dünndarm von Choleraleichen einen Kommabacillus aufzufinden, der auch aus dem Inhalte des Dünndarm in Gelatine rein gezüchtet werden konnte. Durch seine morphologische Beschaffenheit und seine biologischen Eigenschaften liefs sich dieser Keim mit Sicherheit von anderen Darm-Bakterien unterscheiden. In den reiswasserähnlichen, mit schleimigen Flocken durchsetzten Stühlen der Cholerakranken fanden sich die Kochschen Kommabacillen oft in Reinkultur vor. Im Blute und in den Organen waren bei den Choleraleichen niemals Bacillen nachweisbar, nur in dem Darm und dessen Inhalt fanden sich die Krankheitserreger, im gesunden Darm waren sie niemals vorhanden.

Mit der Entdeckung des Kommabacillus der asiatischen Cholera durch Koch neigte man sich nun fast einstimmig der Ansicht dieses Forschers zu, dessen Anschauung über die Ätiologie der Cholera diese ist: „Die Ursache der Cholera ist

ein spezifischer Bacillus. Derselbe geht vom Menschen durch Vermittelung feuchter Zwischenträger, namentlich des Trinkwassers, wieder auf den Menschen über, wird mit der Nahrung aufgenommen und veranlafst durch seine Entwickelung im Darm die Cholera.“

Aufserhalb des menschlichen Organismus gelang es Koch nur einmal den Choleravibrio aufzufinden und zwar in einem indischen Tank.

Der Choleravibrio ist, wie dies die aus den Dejektionen eines Cholerakranken im Berliner städtischen Krankenhause Moabit stammende Reinkultur im Präparate, Fig. 51 zeigt, ein dickes, mehr oder weniger schwach gekrümmtes Stäbchen von 1 bis 1,5 μ Länge. Häufig liegen zwei Exemplare so aneinander, dafs eine S-Form oder ein Halbkreis zu stande kommt.

Die meisten Individuen zeigen allerdings die charakteristische Kommaform, welche Koch auch veranlafste ihnen den Namen „Kommabacillen“ beizulegen unter welchem sie jetzt allgemein bekannt sind.

Fig. 52 zeigt uns die Anordnung der Choleravibrionen in einer von der Gelatineplatte abgeklatschten Kolonie, der obere Rand, welcher von einem schmalen Bakteriensaum besetzt ist, bildet die Grenzzone der Kolonie. Auch in dem Klatschpräparat finden sich neben den gut ausgeprägten Komma- und S-Formen auch halbkreisförmige Bildungen.

Auf den künstlichen Nährböden bilden die Cholerabacillen ziemlich bald infolge des raschen Wachstums und der damit Hand in Hand gehenden schnellen Ausnützung des Nährsubstrates Involutionsformen, es kommen hierbei (Fig. 53) die wunderlichsten Formen und Zerrbilder zu stande, kaum ist es oft noch möglich in den verkrüppelten, häufig zu langen Fäden ausgewachsenen und keulenartig aufgetriebenen Bakterien die ursprüngliche Form zu erkennen.

Fig. 54 stellt ein Ausstrichpräparat aus den Dejektionen eines im Krankenhause Moabit an Cholera verstorbenen Menschen dar. Die zahlreich vorhandenen, meist schwach gekrümmten Vibrionen liegen zum gröfsten Teile vereinzelt zwischen den Schleimflocken und Epithelzellenresten, S-Formen gehören in diesem Präparate zu den Seltenheiten, dagegen finden sich ab und zu Individuen, die fast gar nicht gekrümmt sind. Bemerkenswert ist es ferner noch, dafs in den Dejektionen die Mikroorganismen, welche den normalen Darmtraktus bewohnen und sich in den normalen Defäkationen regelmäfsig vorfinden, fast gänzlich durch die Choleravibrionen verdrängt und diese daher beinahe in Reinkultur vorhanden sind.

Die Cholerabacillen besitzen eine starke Eigenbewegung, von der man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen hängenden Tropfen von frischem Material (Gelatinekultur) unter dem Mikroskop beobachtet. Es wimmelt dann in diesem von den schnell dahin schiefsenden Kommaformen.

Löffler hat nachgewiesen, dafs die Kommabacillen Geifselfäden haben, und

zwar ist nur an einem Ende des Bacillus ein langer Geifselfaden angeheftet (Fig. 55), durch das Löfflersche Färbungsverfahren gelingt es häufig, diese zur Anschauung zu bringen. In dem Präparat finden sich mehrere Individuen die erheblich lange Geifselfäden haben, die zumeist leicht gewunden erscheinen, bei einigen Individuen sind die Geifseln so schwach gefärbt, dafs sie in der Reproduktion kaum sichtbar sind.

Der Cholerabacillus wächst auf den gewöhnlichen Nährboden sowohl bei Brut- als auch bei Zimmertemperatur, schwache Alkalescenz der Nährsubstrate scheint für sein Fortkommen notwendig zu sein.

In der Gelatinestichkultur tritt während der ersten 24 Stunden längs des Impfstiches eine schwache Trübung auf, die nach weiteren 24 Stunden bedeutend stärker wird, es bildet sich jetzt unter Verflüssigung des Nährbodens längs des Impfstiches und vor allem der obersten Schichten ein schlanker Trichter aus, in dessen oberem Teil sehr häufig eine Luftblase anzutreffen ist.

Fig. 56 führt uns eine 4 Tage alte Gelatinestichkultur vor, die bei Zimmertemperatur gestanden hat. Wir sehen hier den Verflüssigungstrichter mit der Luftblase schon ziemlich stark ausgebildet, die Bakterien haben sich aus den obersten Schichten herabgesenkt in die unteren Teile des Trichters, der sich zuerst allmählich verengert und dann plötzlich den steil abfallenden wenig verflüssigten unteren Stichkanal, der mit weifser Bakterienmasse überzogen ist, anfüllt. Überläfst man eine solche Kultur noch einige Tage der weiteren Entwickelung, so verflüssigt sich allmählich auch der Stichkanal und schliefslich erhält der Trichter mit seinem Fortsatz ein Aussehen, welches an die Strumpfform entfernt erinnert.

Auch auf der Gelatineplatte gestaltet sich das Wachstum des Kommabacillus zu einem sehr charakteristischen.

Es entstehen hier zunächst kleine, rundliche, wasserhelle Kolonieen, deren Rand aber schon bei schwacher Vergröfserung nicht glatt, sondern schwach gezackt oder gekörnt erscheint. Sehr häufig bemerkt man, wenn die Kolonieen nicht in der Ebene liegen, welche gerade unter dem Mikroskop eingestellt ist, dafs ein heller oder dunkeler Hof, welcher eine Folge der Lichtbrechung ist, die einzelnen Kolonieen umgiebt. Dieses Bild zeigen für gewöhnlich die Choleraplatten, wenn sie 12—18 Stunden bei Zimmertemperatur gestanden haben. Nach 24stündigem Wachstum haben sie an Umfang nicht unerheblich zugenommen und auch die ursprünglich nur am Rande bemerkbare Körnung hat, wie dies das erste Bild auf Fig. 57*) zeigt, sich über die ganze Kolonie verbreitet. Die Granulierung ist in der Mitte am weitesten vorgeschritten, am Rande macht die Kolonie den Eindruck, als ob sie

*) Die photographische Aufnahme der Präparate auf Fig. 57 verdanken wir der Liebenswürdigkeit des Herrn Privatdozenten Dr. Günther.

aus kleinen, dicken Glasbröckchen zusammengesetzt sei, der Rand besitzt eine grobkörnige Struktur. Um diese Zeit beginnt auch schon eine ziemlich energische Verflüssigung der Gelatine im Bereich der Kolonie, welche hierdurch in die Gelatine selbst einsinkt und in späteren Zeiten wie von einem Wall umgeben erscheint.

Das zweite Bild auf Fig. 57 führt uns dieselbe Kolonie nach 72 stündigem Wachstum vor, sie hat jetzt aufserordentlich an Umfang zugenommen, durch dunklere Pigmentierung des Zentrums ist die Granulierung undeutlich geworden und die körnige Struktur des Randes hat der Bildung von feinen, krausen, fadenförmigen Randauswüchsen Platz gemacht, welche durch die immer weiter fortschreitende Peptonisierung des Nährbodens bedingt ist, es werden nämlich bei dem Abfliefsen des verflüssigten Nährsubstrates vereinzelte Bakterien mechanisch eine Strecke aus dem Verbande hinfortgerissen und durch ihr Anwachsen längs des genommenen Weges entsteht die eigentümliche Aufsenform der Kolonie. Nimmt, unterstützt von höherer Temperatur, die Verflüssigung der Gelatine grofse Dimensionen an, so liegen schliefslich nach mehrtägigem Wachstum die Kolonien in einem tiefen Trichter.

Auf Agar entwickeln sich die Choleravibrionen in Form einer üppigen gelblichen, zähen Auflagerung.

In Bouillon rufen sie stets eine allgemeine Trübung hervor, sehr häufig kommt es auf der Oberfläche derselben auch zur Bildung von typischen, ziemlich dicken, weifsgelben Rahmhäuten. Das Blutserum, auf welchem sie als ein schmutzig weifsgelber Belag wachsen, wird langsam durch sie verflüssigt.

Auf Kartoffeln bilden die Choleravibrionen einen dicken, gelbbraunen Überzug, doch bedürfen sie hierzu höherer Temperaturen, 30—36° C.

In Milch gedeihen sie recht gut, mitunter kommt es hierbei zur Gerinnung der Milch.

Die Choleravibrionen sind sehr vergänglich, höhere Temperaturen, die kurze Einwirkung chemischer Desinficientien und Austrocknung veranlassen ihr Absterben. Weniger empfindlich sind sie gegen Kälte, noch bei —20° C. bleiben sie lange Zeit am Leben.

Von anderen Bakterien werden die Cholerabacillen gewöhnlich sehr bald überwuchert. In Kotgemenge sterben sie nach Koch meist nach 24 Stunden ab, in Abtrittsjauche sind sie nach 24 Stunden überhaupt nicht mehr nachweisbar.

Auch in dem Wasser der Flussläufe scheinen sie sich im allgemeinen nicht länger als einige Tage lang halten zu können.

Auf der Oberfläche von verschiedenen menschlichen Nahrungs- und Genufsmitteln, wie frisches Fleisch, frisches Obst, Milch etc. können sie mehrere Tage lang lebensfähig bleiben.

Versetzt man Cholerakulturen, welche in peptonhaltiger Bouillon, Gelatine oder Agar gezüchtet sind, mit chemisch reiner Salz- oder Schwefelsäure, so färbt sich nach kurzer Zeit die Kultur rosa bis hochrot. Es ist dies die zuerst

von Poehl beschriebene Cholerarotreaktion, der gebildete Farbstoff ist das Nitrosoindol. Die Reaktion kommt dadurch zu stande, dafs die Choleravibrionen, wie auch viele andere Bakterienarten, aus dem Eiweifs des Nährbodens Indol zu bilden im stande sind und ferner die Fähigkeit besitzen, die Nitrate, welche als Salze in den Substraten enthalten sind, zu Nitriten zu reduzieren. Giebt man nun etwas Mineralsäure zu der Kultur, so wird hierdurch das Nitrit in Freiheit gesetzt und die Bildung des roten Farbstoffes (Indol + salpetrige Säure = Nitroso indol) geht in Bälde vor sich. Man hielt und hält zum Teil noch diese Reaktion der Cholerakulturen für diagnostisch verwendbar, da sich aber herausgestellt hat, dafs, wie wir im folgenden noch hören werden, mehrere andere Vibrionen dieselbe Reaktion zu geben vermögen, so ist der diagnostische Wert der Cholerarotreaktion als ein geringer zu bezeichnen.

Mit den wässerigen Anilinfarbstoffen färbt sich der Choleravibrio leicht, nach der Gramschen Methode aber ist er nicht färbbar.

Bei der bakteriologischen Untersuchung eines choleraverdächtigen Falles kommt es zunächst darauf an, aus dem frischen, unveränderten Material sofort eine Serie von Ausstrichpräparaten für die mikroskopische Untersuchung anzulegen und dann mit Spuren der Darmschleimflocken Platten zu giefsen.

Bei nicht frischem Material oder wenn die bakteriologische Untersuchung der Ausstrichpräparate wenig oder keine Kommaformen ergab, wendet man vorteilhaft das Anreicherungsverfahren nach Koch und Schottelius an, das darin besteht, dafs man Spuren der Dejektionen in ein Nährsubstrat, bestehend aus Wasser mit 1% Pepton und 1% Kochsalz, einbringt und 12 Stunden bei Brutwärme stehen läfst. Durch dies Verfahren wird eine relativ schnelle Vermehrung der eventuell vorhandenen Cholerakeime den anderen Bakterien gegenüber erzielt.

Von Maafsen ist ein einfaches Verfahren zum Nachweis der Choleravibrionen angegeben worden, er streicht Spuren des choleraverdächtigen Materials auf Blutserum aus, ist dasselbe innerhalb von 24 Stunden verflüssigt, so sind jedenfalls Choleravibrionen vorhanden, fehlt dieses Zeichen, so sind sicher keine Choleravibrionen vorhanden.

Auf Platten, welche mit 25%, schwach alkalischer Gelatine gegossen werden, kommt nach Elsner die Entwickelung der charakteristischen Kolonieen bei einer Temperatur von 24° C. schon nach 10 Stunden zu stande.

Viel schwieriger als der Nachweis von Choleravibrionen in Dejektionen, gestaltet sich das Auffinden dieser Keime im Wasser, das viele den Cholerabakterien ähnliche Vibrionen beherbergt.

Es gelang Koch Meerschweinchen mit Choleravibrionen mit positivem Erfolge zu infizieren, wenn zuvor mittelst Schlundsonde in den Magen der Tiere einige Kubikcentimeter Sodalösung eingeführt wurden, um den Inhalt des Magens

zu neutralisieren und die Darmperistaltik durch eine intraperitoneale Opiumeinspritzung aufgehoben wurde. Die Verabfolgung der Cholerabouillonkultur erfolgte per os. Nach gewöhnlich 2 Tagen trat bei den so behandelten Tieren ein dem stadium algium der Cholera ziemlich ähnlicher Krankheitszustand ein: Erkaltung der Körperoberfläche, geringe Herz- und Respirationsthätigkeit, Parese der hinteren Extremitäten. Bei der Sektion erwies sich der Dünndarm, dessen Schleimhaut stark gerötet war, als schwappend mit flockiger, farbloser Flüssigkeit gefüllt, welche Cholerabacillen in grofsen Mengen enthielt.

Die Infektion des Menschen geht, wie schon oben gesagt, wohl ausnahmslos vom Darmkanal aus vor sich, der Cholerabacillus wandert vom Magen aus ein, vermehrt sich und bewirkt die schweren Erscheinungen, welche das Krankheitsbild der Cholera ausmachen. Sauerer (normaler) Magensaft ist ein Hemmnis für das Fortkommen der Choleraкeime, sie sterben in diesem jedenfalls sehr schnell ab.

In neuerer Zeit haben die freiwilligen Infektionsversuche mit Reinkulturen von Choleravibrionen, welche v. Pettenhofer und Emmerich an sich vornahmen und die zur typischen Erkrankung führten, zur Genüge bewiesen, dafs die Kochschen Kommabacillen thatsächlich die Erreger der Cholera sind.

Die Choleravibrionen produzieren ein spezifisches Toxin, welches zur Zeit noch nicht genau bekannt ist. Es steht nach Pfeiffer in enger Zusammengehörigkeit zu den Leibern der Bakterien. Infiziert man Meerschweinchen intraperitoneal virulente Cholerakulturen, so stellen sich schon nach wenigen Stunden unverkennbare Vergiftungssymptome, Temperaturabfall, lähmungsartige Schwäche der hinteren Extremitäten und fibrilläre Zuckungen ein, der Tod erfolgt gewöhnlich 16—24 Stunden nach der Infektion.

Zur Bildung besonders giftiger Toxine kommt es, wenn die Choleravibrionen in Hühnereiern kultiviert werden, wie Gruber und Wiener, Hueppe, Scholl und Grigorieff nachgewiesen haben.

Immunisierungsversuche gegen Cholera bei Menschen und Tieren sind von G. Klemperer, Ehrlich, Wassermann und Kitasato mit wechselndem Erfolge ausgeführt worden.

26. Vibrio Berolinensis.

(Fig. 58, Taf. X.)

Durch Neisser und Günther wurde im Berliner Leitungswasser 1893 ein Kommabacillus aufgefunden, der grofse Ähnlichkeit mit dem Vibrio der asiatischen Cholera besitzt.

Der Vibrio Berolinensis stellt, wie aus Fig. 58 ersichtlich ist, ein gleich dem Kochschen Vibrio deutlich gekrümmtes Stäbchen dar, das oft zu zwei und mehreren Exemplaren vereinigt vorkommt und halbkreis- und S-förmige Gebilde zeigt. Die

Gröfse der einzelnen Individuen ist eine schwankende. Die Vibrionen besitzen eine lebhafte Eigenbewegung, die durch einen Geifselfaden, der wie bei den Choleravibrionen an dem einen Ende der Vibrionen angeheftet ist, hervorgerufen wird.

Der Vibrio Berolinensis wächst bei Zimmer- und Bruttemperatur. In der Gelatineplattenkultur ist dieser Vibrio von dem der Cholera leicht zu unterscheiden. Die Kolonieen zeigen nicht die grobe Granulation der Cholera, sondern sind viel feinkörniger, auch ist ihr Rand nicht wie bei der Cholera unregelmäfsig gezackt, sondern fast glatt und kreisrund.

Nach mehrtägigem Wachstum erscheint der Rand radiär gelappt, die Granulierung ist aber immer noch eine sehr feine, auch erreichen die Kolonieen verhältnismäfsig lange nicht die Gröfse wie die der Cholerakolonieen.

Die Gelatine wird langsamer verflüssigt, als dies bei dem Wachstum der Cholerabacillen der Fall ist.

In der Gelatinestichkultur wächst der Vibrio längs des Impfstriches unter langsamer Verflüssigung in den oberen Schichten der Gelatine. Auf Agar bildet der Vibrio Berolinensis eine gelbliche Auflagerung. Für Meerschweinchen erwies sich der Vibrio Berolinensis als äufserst pathogen. Die Tiere gingen nach intraperitonealen Injektionen mit Kulturaufschwemmungen unter Temperaturabfall nach 1—2 Tagen zu Grunde. Bei der Sektion fand sich derselbe Befund wie bei den an intraperitonealen Cholerabacillen Einspritzungen eingegangenen Meerschweinchen.

Die Cholerareaktion (Nitrosoindolreaktion) giebt der Vibrio Berolinensis ebenso als der Cholerabacillus.

Der Vibrio Berolinensis ist mit den wässerigen Anilinfarbstoffen leicht färbbar, er färbt sich aber nicht nach dem Gramschen Verfahren.

27. Vibrio Danubicus.

(Fig. 59, Taf. X.)

Aus dem Wasser des Wiener Donaukanals isolierte 1892 Heider einen Vibrio, der weitgehende Ähnlichkeit mit dem Choleravibrio hat.

Der Vibrio Danubicus ist ein ziemlich schlankes Stäbchen, das, wie Fig. 59 zeigt, meist stark gekrümmt erscheint, sehr häufig vereinigen sich mehrere Vibrionen und bilden so lange Sichelformen, S- und halbkreisartige Gebilde. In älteren Kulturen wachsen sie oft zu Schraubenformen aus.

Der Vibrio Danubicus besitzt eine starke Eigenbewegung, an einem Pole der Zelle ist ein langer welliger Geifselfaden angeheftet.

Auf Gelatineplatten tritt ein rasches Wachstum ein, die hellgrauen Kolonieen haben einen fein gezähnten Rand, in den ersten Tagen haben sie viel Ähnlichkeit mit Cholerakolonieen.

Auch in der Gelatinestichkultur ähnelt der Vibrio ebenfalls sehr dem Kochschen Kommabacillus, nur geht die Peptonisierung des Nährbodens energischer vor.

Auf Agar wächst der Donauvibrio in Form von üppigen, weifsen Auflagerungen.

Auf Kartoffeln bildet er einen gelblich braunen Rasen.

In Bouillon findet starkes Wachstum statt, auf der Oberfläche bildet sich nach einigen Tagen eine Deckschicht, in der sich neben den Genuovibrionen auch lange Schraubenformen finden.

Milch bringt der Vibrio Danubicus nach 3—4 Tagen zur Gerinnung. Die Nitrosoindolreaktion giebt er nicht.

Für Meerschweinchen hat sich der Vibrio von Heider als pathogen erwiesen, wenn eine Aufschwemmung desselben intraperitoneal oder subkutan injiciert wird, ob die Mageninfektion nach der Kochschen Methode mit Erfolg ausgeführt werden kann, erscheint nach den vorliegenden Versuchen Heiders noch zweifelhaft.

28. Vibrio Bonhoff.

(Fig. 60, Taf. X.)

Gelegentlich der bakteriologischen Untersuchung eines aus Stolp in Pommern stammenden Flufswassers fand Bonhoff einen Vibrio, der die Cholerarotreaktion gab.

Dieser Vibrio ist etwas dicker als der Kochsche Kommabacillus und zeigt etwas geringere Krümmung als dieser, er liegt, wie Fig. 60 zeigt, häufig zu mehreren Exemplaren beisammen, so lange Kurven beschreibend, auch S-Formen kommen ab und zu vor.

Mit gewöhnlichen wässerigen Anilinfarbstoffen färben sich die Vibrionen schlecht, man mufs den Farbstoff ziemlich stark erwärmen, wenn man gut gefärbte Präparate erhalten will. Der Dahliafarbstoff eignet sich am besten zur Herstellung eines gleichmäfsig gut gefärbten Präparates.

Der Vibrio besitzt an einem Ende einen langen, gewundenen Geifselfaden, Sporenbildung ist nicht beobachtet worden.

Auf der Gelatineplatte entwickelt sich der Vibrio sehr langsam, erst nach 48 Stunden werden kleine Pünktchen von grauweifser Farbe mit blofsem Auge sichtbar. Der Rand der Kolonieen ist scharf begrenzt, im Innern zeigt sich eine bröckliche Struktur, die Gelatine wird nicht verflüssigt.

Auch in der Gelatinestichkultur geht das Wachstum ohne Verflüssigung vor sich.

Auf Agar entwickelt sich bei Bruttemperatur in kurzer Zeit ein feuchtglänzender, graublauer Rasen.

Auf Kartoffeln bildet sich nach einiger Zeit ein feiner brauner Überzug.

In alkalischer Bouillon kommt ein üppiges Wachstum zu stande, auf der Oberfläche bilden sich grauweifse Häutchen. Versuche über das Wachstum des Vibrio in Milch haben ergeben, dafs dieser im stande ist eine alkalische Reaktion in derselben hervorzurufen. Für Mäuse, Meerschweinchen und Kanarienvögel ist der Vibrio pathogen.

29. Vibrio Dunbar.

(Fig. 61, Taf. XI.)

Im Elbwasser bei Hamburg fanden 1893 Dunbar und Oergel einen Vibrio, der in vieler Beziehung grofse Ähnlichkeit mit dem Choleravibrio zeigt.

Auf Fig. 61 ist eine Agarkultur des Dunbarschen Vibrio reproduziert, die kurzen, gedrungenen Stäbchen sind meist stark gekrümmt, vereinzelt finden sich paarweise zusammenliegende Individuen, die Halbkreise bilden, S-Formen fehlen. Die Vibrionen nehmen die Anilinfarbstoffe ziemlich schwer auf, man sieht das an dem Präparate, in welchem mehrere Bakterienzellen in der Mitte ungefärbt geblieben sind und nur der Rand den Farbstoff aufgenommen hat.

Die Gelatine wird etwas schneller durch den Vibrio Dunbar als vom Choleravibrio verflüssigt, das Aussehen der Kolonien auf den Platten und in der Stichkultur weicht nicht wesentlich von dem der Cholera ab.

Auf Agar bildet der Vibrio einen üppigen, weifslich gelben Überzug. Auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure zu den Peptonkulturen tritt die Nitrosoindolreaktion deutlich auf.

Kutscher stellte zuerst fest, dafs der Vibrio Dunbar die Eigentümlichkeit besitzt im Dunklen mit grünweifsem Lichte zu phosphoreszieren, die stärkste Phosphorescenz tritt bei cr. 22 ° C. auf, die Art des Nährbodens scheint keine Rolle zu spielen, der Ausschlufs des Sauerstoffes, sowie das Passieren der Vibrionen durch den Tierkörper vermag dies Phänomen nicht zu beeinträchtigen.

Einige andere Elbvibrionen haben ebenfalls diese Erscheinung gezeigt, die meisten Vibrionen, darunter auch der Vibrio Koch, leuchten jedoch nicht.

Intraperitoneal geimpfte Meerschweinchen gehen unter denselben Erscheinungen zu Grunde wie die in gleicher Weise mit Choleravibrionen infizierten Tiere derselben Art. In der Dunkelkammer erstrahlt nach dem Eröffnen des Kadavers die Bauchhöhle und die aufgeschlagenen Bauchdecken, sowie alles, was von dem sehr vibrionenreichen Peritonealexsudat benetzt ist, in starkem, schön grünweifsem Lichte.

Im Anschluss hieran sei noch erwähnt, dafs durch E. Wernicke 1893 ebenfalls aus Elbwasser (bei Wittenberge) 2 Vibrionen gezüchtet worden, die nicht leuchten. Elbvibrio I Wernicke ist doppelt so gross als der Choleravibrio, verflüssigt die Gelatine ziemlich stark, zeigt die Cholerarotreaktion und ist nur wenig pathogen für Meerscheinchen.

Elbvibrio II Wernicke ist kleiner als die Choleravibrionen, verflüssigt die Gelatine nur schwach, zeigt die Cholerarotreaktion und besitzt eine enorme Virulenz für Kaninchen, Meerschweinchen, Tauben und Mäuse.

30. Vibrio aquatilis Günther und Vibrio terrigenus Günther.

(Fig. 62, Tafel XI.)

Bei der Untersuchung von unfiltriertem Spreewasser fand Günther 1892 einen Mikroorganismus, welcher morphologisch eine grofse Ähnlichkeit mit dem Cholerabacillus aufwies. Fig. 62 stellt eine Agarreinkultur dieses Keimes, den Günther Vibrio aquatilis nannte, dar. Die Formen der einzelnen Individuen ähneln durchaus denen der Choleravibrionen, nur erscheinen sie ab und zu etwas schlanker als diese. An dem einen Ende der Bakterienzelle ist ein langer Geifselfaden angeheftet. Auf der Gelatineplatte bildet der Vibrio aquatilis kreisrunde, wie mit dem Zirkel ausgeschnittene Kolonieen mit glattem Rande, welche braune Färbung und ein aufserordentlich fein gekörntes Gefüge zeigen, und erst später, wenn sie mit ihrem Rande in die Nähe anderer verflüssigender Kolonieen geraten, ihre scharf geschnittenen Konturen verlieren.

In der Gelatinestichkultur wächst dieser Vibrio ausschliefslich oberflächlich, die sich zuerst bildende, napfförmige Verflüssigungszone geht allmählich nach der Tiefe weiter, im Stichkanal selbst findet fast gar kein Wachstum statt. In Bouillon wächst der Keim schlecht bei hoher Zimmertemperatur, erst nach Wochen zeigt sich geringe Trübung der Bouillon, bei Brutwärme gedeiht er zuerst überhaupt nicht in neutraler oder alkalischer Nährbouillon, nur allmählig nimmt er die Fähigkeit an bei 37° C. in Bouillon zu wachsen. Die Kulturen entwickeln grofse Mengen Schwefelwasserstoff.

Während der Vibrio aquatilis gut bei Bruttemperatur auf Agar gedeiht, wächst er auf Kartoffeln überhaupt nicht. Für Tiere scheint der Vibrio nach den bisherigen Versuchen nicht pathogen zu sein.

Aus einer Bodenprobe isolierte in diesem Jahre Günther einen Vibrio, den er Vibrio terrigenus nannte und der mehr oder weniger gekrümmte Kommaformen, gelegentlich auch spirillenartige Gebilde darstellt.

Der Vibrio ist stark eigenbeweglich und besitzt an beiden Enden lange Geifseln, oft sogar auch Geifselbüschel.

Auf der Gelatineplatte wächst der Erdvibrio in Gestalt von kleinen, strukturlosen, helldurchsichtigen Kolonieen, nach 24stündigem Wachstum nehmen dieselben gewöhnlich ein fetttröpfchenähnliches Aussehen an.

Auf der Agaroberfläche bildet er grauweifse dünne Beläge. Milch bringt er nicht zur Gerinnung.

Die Nitrosoindolreaktion giebt der Vibrio terrigenus nicht.

Pathogen für Meerschweinchen und Mäuse ist der Vibrio terrigenus nach den Versuchen von Günther nicht.

Nach der Gramschen Methode entfärbt sich der Vibrio terrigenus.

31. Vibrio Metschnikoff.

(Fig. 63, Taf. XI.)

Bei einer epizootisch auftretenden Krankheit des Geflügels fand 1888 Gamaleïa in Odessa im Darm junger Hühner einen Kommabacillus, der dem Choleravibrio in mancher Hinsicht ähnelt und den er Vibrio Metschnikovi nannte.

Der Vibrio Metschnikoff (Fig. 63) ist erheblich kürzer als der Kochsche Vibrio und vor allen Dingen viel stärker gekrümmt als dieser, die Zellen desselben sind sehr häufig halbkreisförmig gebogen. Die Vibrionen zeigen lebhafte Eigenbewegung, an dem einen Ende der Zelle ist wie bei dem Choleravibrio ein langer Geifselfaden angeheftet.

Der Vibrio Metschnikoff ist fakultativ anaërob und wächst auf den gewöhnlichen Nährsubstraten bei Zimmer- und Bruttemperatur.

Auf der Gelatineplatte wachsen im allgemeinen die der Cholera ähnlichen Kolonieen schneller als erstere, doch kann auch ein langsames Wachstum stattfinden.

In der Gelatinestichkultur ist der Vibrio Metschnikoff von dem Kommabacillus der Cholera kaum zu unterscheiden.

Auf Agar bildet der Vibrio ziemlich dicke, gelbliche Beläge.

In Bouillon entsteht durch sein Wachstum eine allgemeine Trübung.

Auf Kartoffeln wächst er als ein gelbbrauner, dicker Belag.

Für Tauben und junge Hühner ist der Vibrio Metschnikoff sehr pathogen. Die Tiere gehen nach Einimpfung geringer Mengen der Kultur in den Brustmuskel schon nach 24 Stunden ein, während Choleravibrionen für genannte Vögel fast gar keine pathogene Wirkung haben. Die Vibrionen finden sich in grofsen Mengen im Blute vor.

Auch Meerschweinchen sind sehr empfänglich für Infektionen durch den Vibrio Metschnikoff, es gelingt, sie vom Magen aus erfolgreich zu infizieren, was bei den Tauben und Hühnern nicht der Fall ist.

Die Vibrionen geben ebenfalls die Cholerarotreaktion nach Zusatz von Mineralsäuren zu den Kulturen.

Nach der Gramschen Methode färben sie sich nicht, nehmen aber leicht die Anilinfarbstoffe auf.

32. Vibrio Finkler und Prior.

(Fig. 64, Taf. XI.)

In den Dejektionen eines an Cholera nostras Erkrankten fanden Finkler und Prior einen Vibrio, von dem sie annahmen, dafs er mit dem Kochschen Choleravibrio identisch sei, es stellte sich jedoch infolge späterer Untersuchungen sehr bald heraus, dafs dies keineswegs der Fall ist, auch ist dieser Vibrio nie wieder bei Cholera nostras oder anderen Erkrankungen aufgefunden worden.

Auf Fig. 64 sehen wir eine Reinkultur des Vibrio Finkler und Prior dargestellt, schon durch die Gröfse und die plumpe und dicke Form der Vibrionen sind diese ohne weiteres von denen der asiatischen Cholera zu unterscheiden, die Vibrionen liegen fast stets vereinzelt, sie sind fast alle stark gekrümmt, doch selten zeigen sie die bei den Choleravibrionen häufigen S- und Halbkreis-Formen. Sie besitzen eine grofse Beweglichkeit, an ihrem Ende tragen sie wie die Choleravibrionen einen langen Geifselfaden.

Auf der Gelatineplatte wachsen sie bedeutend schneller als die Choleravibrionen, schon nach 2 Tagen sind die Kolonieen ungefähr linsengrofs, rings um die Kolonieen ist die Gelatine vollkommen peptonisiert, so dafs sie infolge ihres Eigengewichts in einen Trichter, der von dem verflüssigten Nährsubstrat gebildet wird, eingesunken sind, der Rand der Kolonieen ist kreisrund ohne körnige Struktur oder Lappenbildung.

Ebenso schnell geht das Wachstum in der Gelatinestichkultur, verbunden mit energischer Verflüssigung des Nährbodens vor sich. Schon nach einigen Tagen ist längs des Impfstriches allgemeine Verflüssigung des Nährbodens eingetreten und nach längerer Zeit wird das ganze Nährsubstrat in eine trübe von Bakterienflocken durchsetzte Flüssigkeit verwandelt.

Auf Agar wächst dieser Vibrio ebenfalls unter Bildung eines gelblichen Belages sehr üppig.

Auf Kartoffeln bildet er er einen graubraunen Überzug. In Bouillon verursacht er eine starke allgemeine Trübung.

Pathogene Eigenschaften scheinen dem Vibrio Finkler und Prior nur im geringen Mafse zuzukommen, es gelang zwar Meerschweinchen erfolgreich mit Kulturaufschwemmungen von diesem Vibrio zu infizieren, doch ging nur ein geringer Bruchteil der infizierten Tiere zu Grunde.

Die Nitrosoindolreaktion geben die Kulturen von Vibrio Finkler und Prior fast niemals.

Nach der Gramschen Methode färbt er sich nicht.

33. Vibrio Deneke.

(Fig. 65, Taf. XI.)

In altem Käse fand 1885 Deneke einen Kommabacillus auf, der morphologisch und biologisch einige Ähnlichkeit mit dem Choleravibrio Kochs besitzt.

Die Vibrionen sind etwas schmaler und zierlicher (Fig. 65) als der Kommabacillus der Cholera, auch ist die Keimung der einzelnen Individuen nicht so stark ausgeprägt als bei diesen, einzelne Zellen sind fast gerade, zur Bildung von S-Formen kommt es ziemlich selten. Die Vibrionen besitzen eine grofse Beweglichkeit, wie die meisten Kommabacillen haben auch sie nur einen Geifselfaden aufzuweisen.

Der Vibrio Deneke wächst am besten bei einer Temperatur von 22—24° C., bei Bruttemperatur kommt er schlecht oder gar nicht fort.

Auf der Gelatineplatte wächst dieser Mikroorganismus schneller als der Kochsche Kommabacillus, ohne jedoch den Vibrio Finkler und Prior darin zu erreichen.

Die Kolonieen, welche von einem gröfseren Verflüssigungstrichter umgeben sind, besitzen eine schöne, gelbe Farbe und sind zumeist kreisrund.

An der Oberfläche der Gelatinestichkulturen macht sich nach 24—36 Stunden die Bildung einer starken, gelblich gefärbten Kahmhaut bemerkbar, die nächstfolgenden Schichten der Gelatine fallen allmählich der Verflüssigung anheim, es kommt häufig zur Bildung einer Luftblase in den oberen Schichten, wie bei der Cholera, nur dafs in diesem Falle die Blase erheblich gröfser zu sein pflegt.

Auf Agar bildet der Vibrio einen dünnen, hellgrauen, feuchten Überzug.

In Bouillon ruft er nach mehreren Tagen eine starke Trübung hervor.

Auf Kartoffeln ist das Wachstum meist nur ein geringes.

Für Meerschweinchen ist der Vibrio Deneke pathogen, jedoch in noch geringerem Grade als es der vorher beschriebene Vibrio Finkler und Prior für dieselbe Tierspezies ist.

Die Cholerarotreaktion kann unter gewissen Bedingungen bei den Kulturen eintreten.

34. Vibrio Milleri.

(Fig. 66, Taf. XI.)

Im Jahre 1885 züchtete W. D. Miller aus der menschlichen Mundhöhle einen Vibrio, welcher morphologisch einige Ähnlichkeit mit dem Choleravibrio besitzt, viel näher aber dem Vibrio von Finkler und Prior steht, mit dem er auch von Vielen für identisch gehalten wird.

Der Vibrio Milleri ist ein schlankes Stäbchen, welches meist nur schwach gekrümmt ist (Fig. 66), aber gern zu mehreren Exemplaren vereinigt Spirillenformen bildet, in älteren Kulturen wachsen die Vibrionen regelmäfsig zu schönen Spirillen aus. Die Vibrionen besitzen Geifselfäden, Sporenbildung fehlt bei ihnen. Auf Gelatine bilden die Vibrionen kleine, fein granulierte Kolonieen, die einen schmalen Rand und hellbraune Farbe besitzen, der Nährboden wird sehr schnell verflüssigt.

Auf Agar wachsen sie als dicker, gelblicher Belag.

Pathogene Eigenschaften scheint er weder für Menschen noch Tiere zu besitzen.

35. Vibrio Weibel.

(Fig. 67, Taf. XII.)

Weibel fand 1892 bei der bakteriologischen Untersuchung eines Brunnenwassers, welches vor längerer Zeit mit Choleravibrionen infiziert worden war, einen Vibrio, der gewisse Ähnlichkeit mit dem Cholerabacillus besitzt.

Der Vibrio Weibel ist ein kurzes, ziemlich dickes Stäbchen, das ziemlich stark gekrümmt ist (Fig. 67) und häufig durch Aneinanderlagerung zweier Keime S-Formen bildet.

Die Kolonieen auf der Gelatineplatte erscheinen vor der Verflüssigung des Nährbodens als hellbräunliche, durchscheinende, kreisrunde Scheiben von homogener Struktur. Die Ausbreitung des nach 24—40 Stunden auftretenden Verflüssigungskreises erfolgt viel rascher als bei dem Choleravibrio, die Konturen der Kolonieen werden jetzt unregelmäfsig, in der Mitte macht sich eine kreisrunde, kleine gelbliche Delle bemerkbar.

In der Gelatinestichkultur findet längs des Stichkanals eine mäfsige Entwickelung statt, die Verflüssigung beginnt an der Oberfläche schüsselförmig und setzt sich rasch in horizontaler Ebene in die Tiefe fort.

Auf Agar bildet sich ein grauweifser Belag.

Auf Kartoffeln findet kein Wachstum statt.

In alkalischer Fleischwasserpeptonkochsalzbouillon findet ein langsames, sehr reichliches Wachstum statt.

Tierversuche sind bis jetzt noch nicht mit dem Vibrio Weibel angestellt worden.

36. Spirillum sputigenum.

(Fig. 68, Taf. XII.)

Das Spirillum sputigenum findet sich stets in der menschlichen Mundhöhle in gröfserer Menge vor.

Es ist ein ziemlich grofses, stark, oft halbkreisförmig gebogenes Stäbchen, welches wegen seiner charakteristischen Form unter den anderen Mikroorganismen der Mundhöhle sofort im Präparat auffällt (Fig. 68), sehr häufig bildet der Keim echte, ziemlich lange, gewundene Spirillen.

Das Spirillum sputigenum gehört zu den Mikroorganismen, die künstlich nicht zu züchten sind.

Dem Spirillum scheinen gewisse pathogene Eigenschaften nicht abzusprechen sein, so fanden Verneuil und Clado es in einem Abscess der sublingualen Speicheldrüse, auch bei einem Falle von Adenitis submaxillaris nach Zahnextraktionen ist es nachgewiesen worden.

37. Das Spirillum des Rekurrensfiebers.

(Fig. 69, Taf. XII.)

Obermeyer fand 1873 im Blute von an Febris recurrens leidenden Personen während des Fieberanfalles grofse Spirillen vor, es gelang jedoch bis jetzt noch nicht, dieselben künstlich zu züchten.

Auf Fig. 69 sehen wir Rekurrensspirillen im menschlichen Blute, welches während eines Fieberanfalles entnommen wurde, die grofsen Spirillen stellen lange, wellige Fäden von beträchtlicher Länge dar, sie sind oft 6—7 mal so lang als der Durchmesser der roten Blutkörperchen. Bei einigen Individuen tritt die typische

Schraubenform der Spirillen deutlich zu Tage, andere dagegen sind entweder peitschenförmig gebogen oder haben das Aussehen unregelmäfsig gewundener Fäden, die Enden der Spirillen sind scharf zugespitzt. Die Spirillen besitzen eine sehr grofse Beweglichkeit, Sporenbildung ist bei ihnen noch nicht beobachtet worden. Die Spirillen finden sich fast ausnahmslos nur während eines Fieberanfalles im Blute. Koch und Canter konnten durch Übertragung von spirillenhaltigem Blute bei Affen Erkrankung hervorrufen, die sich in nur einem, aber heftigen Fieberanfall äufserte, wurde ein Tier während des Anfalles getötet, so fanden sich in seinem Blute und in verschiedenen Organen die Spirillen vor, die Inkubationsdauer beträgt beim Affen ca. 3 Tage. Von Mamurowsky ist folgende praktische Methode zur Färbung der Spirillen angegeben worden. Die lufttrockenen und durch die Flamme gezogenen Deckgläschen werden 1—2 Stunden in gesättigte alkoholische Eosinlösung gelegt und dann in einer gesättigten wässerigen Methylenblaulösung 20—30 Minuten unter Erwärmung gefärbt. Hierauf wird in Wasser abgespült, abgetrocknet und in Kanadabalsam eingeschlossen. Die Spirillen erscheinen jetzt blau gefärbt, die Blutkörperchen dagegen rosa.

Nach der Gramschen Methode färben sich die Spirillen nicht.

38. Diplokokkus Pneumoniae Fränkel.

(Fig. 70, Taf. XII.)

In dem Sputum Pneumonischer beobachtete A. Fränkel einen Mikroorganismus, den er zuerst den Mikroben der Sputumseptikaemie nannte. Später jedoch, als dieser Keim auch häufig in dem pneumonischen Lungensafte und bei sekundären Erscheinungen der Pneumonie wie Pleuritis, Endo- und Perikarditis, Meningitis etc. gefunden wurde, sprach Fränkel die Ansicht aus, dafs es sich hier wohl um den Erreger der Pneumonie handeln dürfte. Der Erreger der Pneumonie gehört zu den Kokken, und zwar zu den Diplokokken, wie aus dem Sputumpräparate Fig. 70 zu ersehen ist. Die Kokken, welche zu zweien dicht beieinander liegen, sind an den Enden lanzettförmig zugespitzt, gelegentlich bilden die Kokken auch kurze Ketten. Sie sind, wenn sie aus dem tierischen Gewebe stammen, von Kapseln geringen Umfangs umgeben, die Kapseln auf Fig. 70 sind infolge des hellen Hintergrundes nicht sehr deutlich, doch läfst sich der helle, kleine Hof bei den meisten Individuen unschwer erkennen. In künstlichen Kulturen ist Kapselbildung noch nicht beobachtet worden.

Der Diplokokkus der Pneumonie ist unbeweglich, er gehört zu den fakultativen Anaëroben Auf künstlichen Nährböden kommt er nur bei einer Temperatur von 26—38° zur Entwickelung, die Nährböden müssen schwach alkalisch reagieren, geringe Mengen von Säure verhindern das Wachstum vollständig.

Auf Gelatine wächst der Diplokokkus von Fränkel als eine dünne, weifse Schicht.

Auf Blutserum und Agar bildet er einen feinen, Thautropfen ähnlichen Überzug.

In Bouillon ruft er nur eine schwache, allgemeine Trübung hervor.

Mäuse, Meerschweinchen und Kaninchen sind für die Infektion mit Diplokokkus Pneumoniae sehr empfänglich, schon nach 24—48 Stunden erliegen sie der Erkrankung. Die Milz ist stets stark vergröfsert, hart und rotbraun, die Lungen dagegen erscheinen unverändert, die Diplokokken finden sich in grofsen Mengen im Blute und in den Organen.

Nach den Versuchen von Foà, G. und F. Klemperer gelingt es bei Kaninchen durch Injektion sehr verdünnter Reinkulturen des Diplokokkus Pneumoniae Immunität zu erzeugen.

Der Diplokokkus färbt sich mit den gewöhnlichen, wässerigen Anilinfarbstoffen, die Kapsel nimmt jedoch nur eine schwache oder gar keine Färbung an, nach dem Gramschen Verfahren färbt er sich ebenfalls, doch bleibt die Kapsel ungefärbt.

39. Mikrokokkus Pneumoniae Friedländer.

(Fig. 71, Taf. XII.)

Im Sputum und dem Alveolarsafte von Pneumonikern sah zuerst Friedländer 1883 Mikrokokken, die er unschwer rein züchten konnte und mit deren Kultur es gelang erfolgreich Tiere zu infizieren.

Der Mikroorganismus ist später auch noch bei Rhinitis im Nasensekret und bei Otitis media gefunden worden.

Fig. 71 stellt ein Präparat dar, welches aus dem Blute einer mit dem Pneumokokkus infizierten Maus stammt und grofse Mengen der Kokken enthält. Diese sind bedeutend gröfser als die Diplokokken Fränkels, in der Länge sind sie erheblichen Schwankungen unterworfen, Eigenbewegung fehlt bei ihnen, sie sind von einer ziemlich grofsen Kapsel umgeben, die jedoch bei den künstlich gezüchteten Mikrokokken der Pneumonie fehlt.

In der Gelatinestichkultur wächst der Mikrokokkus als porzellanartig glänzende, weifse Nagelkultur, ohne den Nährboden zu verflüssigen.

Auf Agar wächst er als eine dicke, weifse Schicht.

Auf Kartoffeln bildet er einen schmierigen, weifs-gelblichen Belag.

Traubenzuckerlösungen werden nach Günther durch den Mikrokokkus unter Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff vergoren.

Für Meerschweinchen und Hunde, vor allem aber für Mäuse ist der Pneumoniekokkus Friedländers pathogen. Die Mikrokokken sind in grofsen Mengen in dem Blute und den Organen der infolge der Infektion eingegangenen Tiere, die häufig pneumonische Prozesse zeigen.

Nach der Gramschen Methode färben sich die Mikrokokken der Pneumonie nicht.

40. Der Diplokokkus der Gonorrhoe.

(Fig. 72, Taf. XII, Fig. 73, Taf. XIII.)

Auf das regelmäfsige Vorkommen eigentümlicher Bakterien im Trippereiter machte zuerst 1879 Neisser aufmerksam, dieser Mikroorganismus, der auch bei gonorrhoischer Konjunktivitis und Peritonitis und in einzelnen Fällen von gonorrhoischer Endo- und Perikarditis und Arthritis gefunden worden ist, wurde von Neisser als „Gonokokkus" bezeichnet. Die Diplokokken der Gonorrhoe finden sich in mehr oder minder grofser Menge in gonorrhoischem Eiter, sie liegen entweder frei, wie dies auf Fig. 72 der Fall ist oder sie sind, und das ist das häufigere und charakterische, in den Zellen zu gröfseren Mengen eingelagert. Auf Fig. 73 sind mehrere Eiterzellen dargestellt, von denen zwei noch nicht von Gonokokken befallen sind, während in den beiden anderen bedeutende Mengen der Diplokokken um die Zellkerne gelagert sind, die Umrisse der Eiterzellen sind etwas verschwommen. Die Gonokokken sind nicht, wie dies gewöhnlich bei den Kokken und auch bei Diplokokken der Fall zu sein pflegt, kugelförmig, sondern sie haben die bei der Teilung der Mutterzelle entstandene, einseitige Abplattung beibehalten und liegen daher stets mit der abgeplatteten Seite aneinander. Das Aussehen der Diplokokken erinnert hierdurch an die Gestalt von Semmeln und allgemein spricht man von der „Semmelform" der Gonokokken.

Auf künstlichem Nährboden, und zwar auf Blutserum, gelang es zuerst Bumm die Gonokokken zu kultivieren, sie bilden hierauf einen zarten durchsichtigen Überzug.

Werthheim züchtete die Gonokokken aus Trippereiter auf Platten von Blutserum-Agar, schon nach 48 Stunden sind die tiefliegenden Kolonieen von weifsgrauer Farbe gut sichtbar.

Mittelst künstlicher Reinkulturen der Gonokokken gelang es Neisser und Bumm durch Übertragung auf die normale, menschliche Urethra typische Gonorrhoe hervorzurufen.

Bei Tieren läfst sich durch Überimpfung der Gonokokken eine, der gonorrhoischen Harnröhrenentzündung des Menschen ähnliche Erkrankung nicht hervorrufen, dagegen tritt nach intraperitonealer Einverleibung von Gonokokkenreinkulturen bei Meerschweinchen und weifsen Mäusen eine lokale Peritonitis auf, die jedoch selten letal endigt.

Der Gonokokkus färbt sich mit den meisten Anilinfarbstoffen, am besten mit wässeriger Methylenblaulösung, nach dem Gramschen Verfahren färbt er sich nicht.

41. Staphylokokkus pyogenes aureus.

(Fig. 74, Fig. 75, Taf. XIII.)

Unter den Eiterungen erregenden Kokken spielt der von Rosenbach zuerst in Reinkultur gezüchtete Staphylokokkus pyogenes aureus die bedeutenste Rolle. Bei Furunkel, akuten Abscessen, Phlegmonen, Angina tonsillaris und lacunaris, Impetigo, Sycosis, in Empyemen und Mamma-Abscessen findet sich gewöhnlich der Staphylokokkus pyogenes aureus entweder allein oder auch gemeinschaftlich mit anderen Bakterien. Nach Garrè dringt er sogar durch die unverletzte Haut und ruft eiterige Entzündungen hervor.

Die kleinen Kokken hängen stets in gröfseren Mengen aneinander und erinnern in ihrem Aussehen an Trauben (Fig. 74), Ogston benannte sie hiernach auch (σταφυλή: die Traube). Wenn auch hin und wieder der Staphylokokkus pyogenes in kleineren Verbänden oder vereinzelt auftritt, wie dies an einer Stelle der Fall ist in dem Präparat von Fig. 75, welches Abscefseiter darstellt, so bildet er doch keine andere Wuchsformen, wie Ketten und dergl. Im oberen Abschnitte von Fig. 75 liegen an dem Zellkerne der Eiterzelle mehrere kleine traubenförmige Verbände des Staphylokokkus pyogenes, gröfsere Verbände von mehr unregelmäfsiger Form liegen ebenfalls in der Nähe von Zellkernen im unteren Gesichtsfelde.

Eigenbewegung und Sporenbildung kommen bei dem Staphylokokkus pyogenes aureus nicht vor, trotzdem besitzt er aber eine ziemlich grofse Widerstandsfähigkeit gegen das Austrocknen und gegen die Einwirkung schwächerer Desinfizientien.

Auf der Gelatineplatte wächst er in Form von kleinen, gelbweifsen Pünktchen, die das Nährsubstrat schnell verflüssigen; in späterer Zeit sondern die Kolonieen einen schönen, orangegelben Farbstoff ab, in der Gelatinestichkultur macht mit Beginn der Verflüssigung das Auftreten des gelben Farbstoffes sich bemerkbar. Auf Agar wächst der Staphylokokkus als ein feuchter, orangegelber Belag, der hauptsächlich bei Bruttemperatur zur üppigen Entwickelung kommt.

Bei Tieren gelingt die Infektion meist leicht durch subkutane Einführung, es entstehen hierdurch gewöhnlich subkutane Abscesse. In die Blutbahn gebracht erzeugt der Staphylokokkus eiterige Entzündungen der Gelenke, Metastasen im Herzen und in den Nieren. Bringt man Kaninchen eine Verletzung der Herzklappen bei und infiziert sie alsdann, so bildet sich eine typische Endocarditis ulcerosa aus.

Als Varietät des Staphylokokkus pyogenes aureus sind der Staphylokokkus pyogenes albus und citreus anzusehen, sie scheinen eine geringere Virulenz für Tiere zu besitzen.

Mit den gewöhnlichen Anilinfarbstoffen färben sich diese Staphylokokken gut, auch nach dem Gramschen Verfahren lassen sie sich färben.

42. Streptokokkus pyogenes.

(Fig. 24, Tafel IV, Fig. 76, Tafel XIII.)

Zu den Eiterkokken gehören ausser den Staphylokokken auch noch solche, welche in kettenförmigen Verbänden auftreten und deshalb Streptokokken genannt worden sind. Der Streptokokkus pyogenes findet sich hauptsächlich bei den phlegmonösen Eiterungen, Lymphadenitis und Lymphangitis. Sehr häufig ist dieser Streptokokkus auch die Veranlassung schwerer, tötlich ablaufender Pyämien, auch Gelenkentzündungen und akute Endokarditis kann er hervorrufen.

Auf Fig. 24, Tafel IV, sehen wir einen schon vorher beschriebenen Diphtheriebelag dargestellt. Aufser den Diphtheriebacillen findet sich eine gröfsere Anzahl von Streptokokken, deren kurze Ketten aus 5—6 kleinen Kokken bestehen, auch bei Scharlach kommen sie häufig auf der Rachenschleimhaut vor, sie geben dann zumeist Veranlassung zur Abscefsbildung, in dem Eiter des Abscefses sind sie in grofsen Mengen, entweder allein oder gemischt mit anderen Eitererregern, (Staphylokokkus pyogenes) vorhanden.

Nach den Untersuchungen von Behring, Kurth und v. Lingelsheim hat man zwischen zwei Arten des Streptokokkus pyogenes zu unterscheiden. Die eine derselben bildet in Bouillon nur kurze Ketten, Streptokokkus brevis, und besitzt für die Pathologie bei Menschen und Tieren gar keine oder nur sehr geringe Bedeutung. Die andere wächst in Bouillon zu langen Fäden aus, Streptokokkus longus, und ist im allgemeinen durch grofse Virulenz für Menschen und Tiere ausgezeichnet.

Fig. 76 führt uns ein Deckglastrockenpräparat von der Agarkultur des Streptokokkus longus vor, wir sehen hier kettenartige Verbände, die sich aus 20 und noch mehr Individuen zusammensetzen, daneben kommen freilich auch kürzere Ketten vor, die zum Teil wohl durch mechanische Eingriffe bei der Präparation zerrissen worden sind.

Auf der Gelatineplatte wächst der Streptokokkus pyogenes (brevis und longus) in Form von kleinen, weissen Kolonien, durch Streptokokkus brevis wird der Nährboden schwach verflüssigt, durch Streptokokkus longus dagegen nicht.

Auf Agar kommt die Bildung kleiner, weifsgrauer Tüpfelchen, die untereinander zusammenhängen, zu stande.

In Bouillon entwickelt sich ein mehr oder weniger zusammengeballter oder loser, wolkenartiger Niederschlag.

Durch subkutane Einspritzungen von Bouillonkulturen des Streptokokkus longus gehen Kaninchen und Mäuse infolge von Septikämie schnell zu Grunde.

Der Streptokokkus pyogenes färbt sich nach der Gramschen Methode und mit den wässerigen Anilinfarbstoffen.

43. Der Streptokokkus des Erysipels.

(Fig. 77, Tafel XIII.)

Im erysipelatösen Gewebe wurde durch R. Koch und andere die konstante Anwesenheit von Mikrokokken nachgewiesen, 1882 gelang es Fehleisen, die Streptokokken, welche sich in den Lymphgefässen bei Erysipel finden, künstlich zu züchten und durch Übertragung auf den Menschen typisches Erisypel hervorzurufen.

Die Kokken des Erysipels bilden lange Kettenformen, die einzelnen, kleinen, kugeligen Individuen haben, wie ein Vergleich des Erysipelkokkenpräparates von Fig. 77 mit den pyogenen Streptokokken auf Fig. 76 ergeben wird, eine so grofse Ähnlichkeit mit dem Streptokokkus pyogenes, dafs ein morphologischer Unterschied kaum wahrnehmbar ist.

Aber auch biologisch verhalten sich die Erysipelkokken den vorher beschriebenen Streptokokken so ähnlich, dafs die Beschreibung des Wachstums auf künstlichem Nährboden unterbleiben kann, erwähnenswert ist nur, dafs die Gelatine nicht verflüssigt wird.

Kaninchen zeigen sich für die Infektion mit Erysipelkokken sehr empfänglich. Nimmt man die Impfung am Ohre des Tieres vor, so entsteht eine erysipelatöse Entzündung, welche sich bis auf Kopf und Nacken ausbreiten kann, doch für gewöhnlich nicht über das Ohr hinausgeht, Vereiterung tritt fast niemals ein. In 6—10 Tagen haben die Krankheitserscheinungen, welche das Allgemeinbefinden meist nur wenig oder gar nicht beeinflussen, ihr Ende erreicht.

Mäuse haben sich als unempfänglich erwiesen.

Die Streptokokken des Erysipels färben sich gut mit Anilinfarbstoffen, auch nach dem Gramschen Verfahren sind sie färbbar.

44. Der Mikrokokkus Tetragenus.

(Fig. 78, Tafel XIII, Fig. 79, Tafel XIV.)

In tuberkulösen Lungenkavernen und im Sputum von Phthisikern fanden Koch und Gaffky einen eigentümlichen Kokkus, der Mikrokokkus Tetragenus genannt wurde.

Später ist der Mikrokokkus von Biondi auch im normalen, menschlichen Speichel nachgewiesen worden.

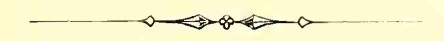
In künstlichen Reinkulturen (Fig. 78) tritt dieser Mikrokokkus nicht immer in der charakteristischen Form, zu vieren aneinander gelagert auf, sondern es fanden sich häufig Anhäufungen gröfserer Mengen von Kokken, welche an Staphylokokkenformen erinnern. Bei den Tetragenuskokken, welche aus dem Tierkörper stammen, sind regelmäfsig vier Individuen aneinander gelagert (Fig. 79). Zu vier oder acht Exemplaren werden sie von einer Gallertscheide oder Kapsel umhüllt,

welche bei den künstlich gezüchteten Tetragenuskokken fehlt. Die Hülle hebt sich im gefärbten Präparate als heller Saum von den Kokken ab, da sie nur wenig von dem Farbstoffe aufnimmt.

Auf der Gelatineplatte bildet dieser Mikrokokkus kleine, weifse Pünktchen von porzellanähnlichem Glanze, welche die Gelatine nicht verflüssigen. Auf Agar kommt es zur Entwickelung eines feuchten, weifsen Belages. Auf Kartoffeln wächst er als ein schleimiger, gelbweifser Überzug. Für Meerschweinchen und weifse Mäuse ist der Tetrakokkus pathogen, während sich Kaninchen und graue Mäuse refractär verhalten. Meerschweinchen gehen nach subkutaner Infektion in 3—6 Tagen an septikämischen Erscheinungen zu Grunde. Im Blute und in den meisten Organen finden sich die Kokken in grofsen Mengen vor.

Nach der Gramschen Methode färbt sich der Mikrokokkus Tetragenus.

Die saprophytischen Bakterienarten.





1. Der Heubacillus (Bacillus subtilis Ehrenberg).

(Fig. 80, Fig. 81, Taf. XIV.)

Der Heubacillus gehört zu den verbreitesten Bakterienarten, fast überall ist er anzutreffen, in der Luft, im Boden und Wasser, in den tierischen Faeces, in gährenden und faulenden Flüssigkeiten. Regelmäfsig findet er sich vor allem in Aufgüssen von frischem Heu und ähnlichen Pflanzenstoffen, weshalb man ihn auch als „Heubacillus" bezeichnet hat.

Der Heubacillus ist ein grofses, schlankes Stäbchen (Fig. 80), welches an den Enden leicht abgerundet ist. Er hat einige Ähnlichkeit mit den uns schon bekannten Milzbrandbazillen, nur selten findet man einzelne Bacillen, gewöhnlich kommen sie zu 2 oder 3 Exemplaren vereinigt vor, aber auch lange Fadenformen finden sich. Der Heubacillus zeigt eine starke Eigenbewegung, die durch lange Geifselfäden, welche an beiden Enden angeheftet sind, hervorgerufen wird. Fig. 81 führt uns ein Präparat des Bacillus subtilis vor, bei welchem durch die Löfflersche Färbung die Geifseln sichtbar gemacht worden sind. Bei den im oberen Gesichtsfelde liegenden Bacillen sind durch mechanische Eingriffe die Geifselfäden abgetrennt, die hiervon links liegenden Bacillen tragen jedoch noch an ihren Enden die starken Geifselbüschel.

Der Heubacillus bildet mittelständige Sporen, Cohn wies an diesem Keim zuerst die Sporenbildung der Bacillen nach.

Der Heubacillus ist ein streng aërober Keim, er gedeiht bei Zimmer und Bruttemperatur gleich gut.

Auf der Gelatineplatte wächst er in Gestalt von kleinen, weifsen Pünktchen, die bald den Nährboden zur Verflüssigung bringen und nach einigen Tagen zu sternförmigen Gebilden auswachsen.

In der Gelatinestichkultur bildet sich nach der Verflüssigung des Nährbodens auf der Oberfläche ein dickes Häutchen, während die Hauptmasse der Bakterien in Form von weifsen Flocken zu Boden sinkt.

Auf Agar wächst der Heubacillus als eine dicke, weifse, bald runzelig werdende Decke.

Auf Kartoffeln zeigt sich nach wenigen Tagen ein rahmartiger, gelbweifser Überzug.

Pathogene Eigenschaften besitzt der Heubacillus nicht.

2. Bacillus Megaterium de Bary.

(Fig. 82, Tafel XIV.)

Der Bacillus Megaterium ist zufällig durch de Bary auf gekochten Kohlblättern gefunden worden.

Dieser Mikroorganismus bildet, wie Fig. 82 zeigt, grofse, plumpe Stäbchen, deren Enden stark abgerundet sind, bei ungefärbten Präparaten macht sich in dem Zellinhalt eine leichte Granulierung bemerkbar. Häufig bildet der Bacillus kleine Verbände von 3—6 Individuen. Er besitzt eine schwache Eigenbewegung. In unserem Präparate haben wir Bacillen vor uns, die sporenhaltig sind, die Sporen liegen in nächster Nähe des einen Endes und sind hier als helle, kugelförmige Gebilde sichtbar, da eine Sporenfärbung nicht angewendet wurde und die Sporen bei der Anwendung der gewöhnlichen Tinktionsmethoden ungefärbt blieben. De Bary studierte an diesen Bacillen eingehend die Sporenbildung.

Der Bacillus gehört zu den strengen Aëroben und gedeiht sowohl bei Bruttemperatur als auch bei niedrigen Wärmegraden vortrefflich.

Auf der Gelatineplatte bildet er weifse Kolonieen, die unregelmäfsig gestaltet sind und die Gelatine langsam verflüssigen.

In der Gelatinestichkultur wächst er unter Verflüssigung fast farblos. Auf Agar und Kartoffeln bildet er einen gelbbraunen Belag.

In Bouillon ruft er eine allgemeine Färbung hervor, nach einiger Zeit setzen sich am Boden kleine weifsgraue Flocken ab.

3. Der Wurzelbacillus, Bacillus mycoides.

(Fig. 83, Tafel XIV.)

Der Wurzelbacillus kommt fast regelmäfsig in den oberen Erdschichten vor, auch im Flufswasser ist er gefunden worden. Er bildet grofse, lange Stäbchen, die an den Enden kaum merklich abgerundet sind (Fig. 83). Die Bacillen besitzen eine ausgesprochene Neigung sich zu gröfseren, meist geschlungenen, fadenförmigen Verbänden zu vereinigen. Die Eigenbewegung der Stäbchen ist nur gering, letztere bilden grofse, endogene, mittelständige Sporen. Auf der Gelatineplatte ist das Wachstum des Wurzelbacillus ein äufserst charakteristisches, er breitet sich mycelartig über die ganze Platte aus und gewährt den Anblick des feinverzweigten Wurzelwerkes eines Baumes, die Gelatine wird langsam verflüssigt.

Auch auf schräg erstarrtem Agar bildet der Wurzelbacillus ein feinverzweigtes Geflecht, welches nach und nach in einen dicken, runzeligen Belag übergeht.

Auf Kartoffeln wächst er als ein dicker, weifsgelber Überzug.

In Bouillon wächst er zu langen Fäden aus, die sich am Boden des Reagensgläschens ansammeln.

4. Der Kartoffelbacillus, Bacillus mesentericus vulgatus.

(Fig. 84, Tafel XIV, Fig. 85, Tafel XV.)

Der Kartoffelbacillus kommt, wie sein Name schon sagt, am häufigsten auf Kartoffeln vor, die er, vom Rande ausgehend, allmählich mit einer dicken, schmierigen Masse von gelblicher Farbe überzieht. Der Kartoffelbacillus, den wir auf Fig. 84 dargestellt sehen, ist ein kleines Stäbchen mit abgerundeten Enden, welches sich vereinzelt oder zu wenigen Exemplaren vereinigt vorfindet.

Der Bacillus besitzt eine grofse Eigenbewegung und ist wie auf dem Geifselpräparate, Fig. 85, sehr schön zu sehen, an den Enden und Längsseiten mit sehr langen, gewellten Geifselfäden besetzt (Spinnenform). Er ist auch im stande, endogene, mittelständige Sporen von eirunden Formen zu bilden.

Auf der Gelatineplatte bildet er kleine, gelblich weifse Kolonieen, die schnell das Nährsubstrat verflüssigen.

Auf Agar wächst er als ein dicker, schmutzigweifser Überzug.

Mit den wässerigen Anilinfarbstoffen färbt er sich leicht.

5. Bacillus proteus vulgaris.

(Fig. 86, Tafel XV.)

In faulenden organischen Substanzen fand 1885 Hauser drei einander sehr ähnliche Bakterienformen, die er als „Proteusarten" beschrieb, es sei hier nur der bekannteste dieser Keime behandelt, der Bacillus proteus vulgaris.

Der Bacillus ist ein kleines, an den Enden schwach abgerundetes, schlankes Stäbchen, das meist vereinzelt vorkommt.

Der sehr bewegliche Bacillus besitzt, wie wir auf Fig. 86 sehen, an allen Seiten angeheftete Geifselfäden, die sich durch Länge und Stärke auszeichnen. Sporenbildung scheint zu fehlen.

Auf der Gelatineplatte bildet der Proteus vulgaris zuerst bräunlich pigmentierte, verflüssigende Kolonieen, welche bald büschelartig auswachsen und schliefslich die wunderlichsten Formen darstellen. Sehr häufig bilden diese Kolonieen durch rankenartige Verschlingungen ihrer Ausläufer sogenannte „schwärmende" Inseln.

In der Gelatinestichkultur macht sich schon nach kurzer Zeit eine starke Peptonisierung des Nährbodens bemerkbar. In der verflüssigten Gelatine bilden sich dann gern dicke, weifse Wolken, die sich nach und nach als dicke Schicht absetzen.

Auf Agar wächst der Bacillus proteus als ein grauer, dünner Belag, auf Kartoffeln als schmieriger Rasen.

Bei ihrem Wachstum auf organischen Substanzen bilden die Proteusarten für Tiere giftige Stoffwechselprodukte.

Auf schwefelhaltigen Nährsubstuaten entwickeln die Proteusbacillen reichlich Schwefelstoff und auch Merkaptan. Die beiden anderen Proteusarten unterscheiden sich von dem Proteus vulgaris hauptsächlich durch ihr Wachstum in der Gelatine. Bacillus Proteus mirabilis verflüssigt die Gelatine nur sehr langsam, Bacillus Proteus Zenkeri gar nicht.

6. Bacillus fluorescens liquefaciens, Bacillus fluorescens non liquefaciens und Bacillus erythrosporus.

(Fig. 87, Tafel XV.)

Im Wasser finden sich mehrere Bacillenarten, die beim Wachstum auf Gelatine im stande sind ein schön fluorescierenden Farbstoff zu bilden.

Der Bacillus fluorescens liquefaciens, welcher vorzugsweise in trübem, stehenden Wasser, aber auch in Flufsläufen vorkommt, ist ein kleines Stäbchen (Fig. 87) mit schwach abgerundeten Ecken. Es bildet mitunter längere Verbände, die fadenförmiges Aussehen haben, am häufigsten kommt er jedoch zu zweien oder dreien vereinigt vor.

Die Stäbchen besitzen eine schwache Eigenbewegung.

Auf Gelatine wachsen sie ziemlich schnell unter Verflüssigung des Nährbodens, dem in den noch nicht peptonisierten Schichten der prachtvoll grünlich fluorescierende Pigmentstoff aufgelagert ist.

Der Bacillus fluorescens non liquefaciens ist etwas gröfser als der eben beschriebene Bacillus, er zeigt keine Eigenbewegung, auf der Gelatine wächst er als ein dünnes, graues Häutchen, der Nährboden, welcher nicht verflüssigt wird, ist bis weit hinein schön hellgrün gefärbt.

Der Bacillus erythrosporus ist ein ziemlich grofses, dickes Stäbchen, welches endogene, mittelständige Sporen zu bilden vermag, die einen charakteristischen, roten Glanz besitzen. Die Stäbchen besitzen eine ziemlich lebhafte Eigenbewegung.

Auf der Gelatine, die nicht verflüssigt wird, wächst der Bacillus als eine ziemlich starke graue Schicht. Der grüne Farbstoff dringt hier ebenfalls in die tiefer gelegenen Partien ein.

7. Bacillus phosphorescens.

(Fig. 88, Tafel XV.)

Der Bacillus phosphorescens wurde von B. Fischer bei der Insel St. Croix im Meerwasser gefunden. Er bildet kleine, dicke, an den Enden stark abgerundete Stäbchen, die gern zu kürzeren oder längeren Fäden auswachsen (Fig 88). Die Stäbchen zeigen eine sehr lebhafte Eigenbewegung, Sporenbildung fehlt bei ihnen. Auf Gelatine gedeihen die Bacillen unter Verflüssigung des Nährbodens gut, auch

auf Agar und Kartoffeln wachsen sie bei höherer Temparatur ziemlich rasch. Im Dunkeln strahlen die Kulturen ein mattes, bläulich-weifs erscheinendes Licht aus, man kann nach Günther die Leuchtkraft verstärken, wenn man den Kulturen geringe Menge von Chlormagnesium zufügt.

Am schönsten leuchten die Bacillen, wenn sie auf gekochtem Fischfleisch gezüchtet werden.

8. Bacillus violaceus.

(Fig. 89, Tafel XV.)

Der Bacillus violaceus findet sich häufig im Flufswasser, er stellt, wie Fig. 89 zeigt, ein ziemlich langes Stäbchen dar, das meist zu mehreren Exemplaren verbunden auftritt. Die Stäbchen besitzen eine starke Eigenbewegung und bilden grosfe mittelständige Sporen. Auf der Gelatineplatte wächst der Bacillus unter Verflüssigung der Gelatine in Form von weifslichen Kolonieen, die sich bläschenartig in dem verflüssigten Medium ausnehmen. Nach mehrtägigem Wachstum lagert sich in der Umgebung der Kolonieen ein schöner, blauvioletter Farbstoff ab, der mitunter die ganze Platte durchzieht.

Auf Agar und Kartoffeln scheidet der Bacillus sehr bald ein dunkelblau gefärbtes Pigment ab, das einen lackähnlichen Glanz besitzt.

9. Bacillus indicus ruber.

(Fig. 90, Tafel XV.)

R. Koch fand den Bacillus in dem Mageninhalt eines Affen in Indien.

Der Bacillus ruber ist ein kleines, kurzes Stäbchen mit abgerundeten Ecken (Fig. 90), welches einzeln oder zu zweien vorkommt.

Er besitzt schwache Eigenbewegung und bildet keine Sporen.

Auf Gelatine, welche er verflüssigt, wächst er ziemlich schnell, gleichzeitig an der Oberfläche einen ziegelroten Farbstoff absondernd.

Auf der Agaroberfläche bildet der Bacillus ruber indicus einen hellroten Belag.

Auf Kartoffeln wächst er unter Bildung eines ziegelroten Farbstoffes ziemlich üppig, betupft man den hellroten Belag mit Ammoniak, so wird er dunkelrot, bei nachheriger Behandlung mit Essigsäure geht die Farbe jedoch nach James Eisenberg wieder in die ursprüngliche über.

Bei Sauerstoffabschlufs wächst der Bacillus indicus ruber farblos.

10. Bacillus ureae Leube.

(Fig. 91, Taf. XVI.)

Aus ammoniakalischem Harn isolierte Leube einen Bacillus, der kurze, dicke Stäbchen mit abgerundeten Enden bildet (Fig. 91) und einzeln oder in kleinen Anhäufungen auftritt. Er bezeichnete ihn als Bacillus ureae. Eigenbewegung zeigen die Stäbchen nur im geringen Mafse, Sporenbildung ist nicht vorhanden.

Auf der Gelatineplatte bildet der Bacillus helle Kolonieen mit zackigen Rändern, die die Gelatine nicht verflüssigen.

In der Gelatinestichkultur wächst er mit graugelber Farbe längs des Impfstiches, ohne den Nährboden zu peptonisieren.

Die Agaroberfläche überzieht er mit einer dünnen, grauweifsen, feuchtglänzenden Masse.

Nach dem Gramschen Verfahren entfärbt er sich.

11. Bacillus aceticus.

(Fig. 92, Taf. XVI.)

Der Bacillus aceticus besitzt die Fähigkeit, Alkohol zu Essigsäure zu oxydieren, er wurde zuerst von Pasteur beobachtet.

Der Bacillus aceticus stellt, wie Fig. 92 zeigt, ein kurzes, dickes Stäbchen dar, dessen Enden stark abgerundet sind, gewöhnlich sind die Bacillen zu zweien aneinander gelagert.

Der Bacillus verflüssigt die Gelatine nicht und bildet einen dicken, gefalteten Belag auf derselben.

Auf Agar und Kartoffeln scheint er nicht wachsen zu können.

Auf alkoholischen Flüssigkeiten gedeiht er bei 30° C vorzüglich unter Bildung einer dicken, die Oberfläche einnehmenden, weifsen Kahmhaut.

12. Bacillus butyricus Prazmovsky und Bacillus butyricus Hueppe.

(Fig. 93, Taf. XVI.)

Der von Prazmovsky entdeckte Buttersäurebacillus ist in der Natur ziemlich verbreitet, mit Vorliebe hält er sich in faulenden Pflanzenaufgüssen auf.

Der Buttersäurebacillus Prazmovsky ist ein ziemlich grofses, dickes Stäbchen, das an den Enden leicht abgerundet ist (Fig. 93) und eine starke Eigenbewegung besitzt. Der Bacillus bildet mittelständige Sporen, hierbei schwillt die Bakterienzelle in der Mitte an und es entsteht hierdurch die Klostridium- oder Spindelform, der Bacillus gehört zu den streng anaëroben Bakterien.

Er erzeugt in wässerigen Lösungen von Zucker, Stärke und milchsauren Salzen Buttersäure in reichlicher Menge unter gleichseitiger Abspaltung von Wasserstoff und Kohlensäure.

In alter Milch, welche bereits Milchsäure enthält, entwickelt der Bacillus gleichfalls Buttersäure, Wasserstoff und Kohlensäure, auch ist er im stande, geronnenes Kasein wieder in Lösung zu bringen. Er gedeiht am besten bei 40° C.

Die Stäbchen färben sich mit Jodlösung blau, woraus geschlossen wird, dafs das Protoplasma des Bacillus Granulose enthält. Aus diesem Grunde hat man dem Bacillus den Namen „Bacillus amylobacter“ beigelegt.

Der Bacillus butyricus Hueppe wurde von Hueppe aus normaler Milch isoliert und von ihm als Erreger der Buttersäuregärung beschrieben.

Der Bacillus bildet grofse, schlanke Stäbchen, welche eine lebhafte Eigenbewegung besitzen, mittelständige Sporen bilden und aërob wachsen.

Auf der Gelatineplatte bildet er gelblichweifse, mit fein gezacktem Rande versehenen Kolonieen, welche die Gelatine schnell verflüssigen.

Auf Agar ruft er einen gelben Belag hervor, der nach einiger Zeit eine schmutzig-braune Farbe annimmt.

Auf Kartoffeln wächst er nur langsam unter Bildung einer gefalteten, grauen Haut.

Bei Bruttemperatur zersetzt er sterilisierte Milch unter Abscheidung des Kaseins, dieses sinkt in Klumpen zu Boden, wird aber nach Verlauf einiger Zeit durch weitere Einwirkung des Buttersäurebacillus in andere Spaltungsprodukte zerlegt und dabei aufgelöst.

Bei dieser Zersetzung wird Pepton und Ammoniak gebildet.

13. Bacillus Zopfi.

(Fig. 94, Taf. XVI.)

Der Bacillus Zopfi wurde von Flügge und Kurt im Darm von Hühnern entdeckt. Er bildet, wie Fig. 94 zeigt, mäfsig grofse, schlanke Stäbchen, mit glatt abgeschnittenen Enden, die Individuen reihen sich gern zu längeren Fäden aneinander, selten findet man vereinzelte Exemplare. Die Bacillen zeigen lebhafte Eigenbewegung und bilden mittelständige Sporen.

Auf der Gelatineplatte wächst der Bacillus zu mycelähnlichen Fäden aus, der Nährboden wird nicht verflüssigt.

In der Stichkultur wächst er in Form von weifsen Fäden, die sich des öfteren kreuzend, die Gelatine in radiärer Richtung durchziehen (Schenk). Am besten gedeihen die Keime bei 20—30° C.

14. Bacillus pyogenes foetidus.

(Fig. 95, Taf. XVI.)

Der Bacillus pyogenes foetidus wurde von Passet im Eiter aufgefunden.

Der Bacillus ist ein kurzes, plumpes Stäbchen mit abgerundeten Polen (Fig. 95), das eine schwache Eigenbewegung besitzt und keine Sporen bildet.

Auf der Gelatine findet unter Verflüssigung energisches Wachstum statt.

Auf Agar und Kartoffeln wächst der Bacillus nur spärlich.

In Bouillon ruft er eine allgemeine, starke Trübung hervor.

Er entwickelt auf den festen Nährböden einen fauligen Gestank.

Pathogene Eigenschaften besitzt er nicht.

15. Bacillus acidi lactici.

(Fig. 96, Taf. XVI.)

Der Milchsäurebacillus wurde von Hueppe aus saurer Milch isoliert, er vermag aus dem Milchzucker der Milch Milchsäure und Kohlensäure abzuspalten, die Milch wird hierbei zur Gerinnung gebracht.

Die kurzen, dicken, fast kokkenähnlichen Stäbchen sind, wie Fig. 96 zeigt, fast immer zu zweien oder mehreren miteinander vereinigt, sie haben keine Eigenbewegung.

Auf der Gelatineplatte wachsen sie als weifse, porzellanartige Kolonieen ohne das Nährsubstrat zu verflüssigen.

Auf Agar bilden sie einen dicken, weifsen Belag und auf Kartoffeln erzeugen die Bacillen einen schmierigen gelbbraunen Überzug.

Unter 10° C gedeihen die Milchsäurebacillen nicht.

Nach dem Gramschen Verfahren färben sich die Bacillen.

16. Bacillus synxanthus.

(Fig. 97, Taf. XVII.)

Der Bacillus synxanthus ruft durch sein Wachstum in Milch eine gelbe Färbung derselben hervor.

Er stellt ein grofses, langes Stäbchen mit schwach abgerundeten Enden dar (Fig. 97), das lebhafte Eigenbewegung zeigt und endständige Sporen besitzt.

Auf Gelatine wächst der Bacillus als ein dünner gelber Überzug, der Nährboden wird langsam verflüssigt.

17. Bacillus cyanogenus.

(Fig. 98, Taf. XVII.)

Der Bacillus der blauen Milch, welcher von Hueppe und Neelsen isoliert wurde, verursacht während der Sommermonate häufig eine blaue Färbung der Milch.

Der Bacillus cyanogenus ist ein kleines, schlankes Stäbchen mit abgerundeten Ecken und sehr lebhafter Eigenbewegung, die durch zahlreiche Geifselfäden, welche an den Seiten und Polen der Zellen angeheftet sind, hervorgerufen wird (Fig. 98). Der Keim wächst aërob.

Die Gelatinestichkultur wächst in Nagelform, das Köpfchen derselben hat zuerst eine weifse Farbe, die später in graublau übergeht. Die Gelatine nimmt in der Umgebung des Impfstriches eine schöne, blaue Färbung an, vorausgesetzt, dafs die Reaktion des Nährbodens nicht alkalisch ist. Am schönsten tritt die Färbung auf, wenn die Gelatine schwach sauer reagiert.

Eine Verflüssigung der Gelatine verursacht der Bacillus cyanogenus nicht. Auf Agar und Kartoffeln bildet er einen grauweifsen Belag, die Blaufärbung der Umgebung tritt auch hier nur bei der oben bezeichneten Reaktion ein.

In rohe Milch gebracht, ruft der Bacillus bald Blaufärbung derselben hervor, gewöhnlich bedeckt sich die Milch später mit einer schmutzig-braunen Haut, die zur Erzeugung des blauen Farbstoffes notwendige, saure Reaktion wird hier durch die Milchsäurebakterien hervorgerufen.

18. Leptothrix maximus buccalis.

(Fig. 99, Taf. XVII.)

Im Zahnschleim finden sich fast regelmäfsig die langen, dicken, zu Fäden angeordneten Zellen der Leptothrix buccalis, die in dem Zahnschleimpräparat auf Fig. 99 zahlreich vertreten sind.

Mit Jodjodkaliumlösung färben sich die Zellen gelb.

19. Leptothrix gigantea Milleri.

(Fig. 100, Taf. XVII.)

Im Zahnbelag eines an Alveolarpyorrhoe leidenden Hundes fand Miller ein grofses Bakterium, welches zu den Leptothrixarten gehört und dem er den Namen Leptothrix gigantea gegeben hat.

Leptothrix gigantea tritt entweder in Form von langen Fäden oder Büscheln auf. Fig. 100 stellt ein aus dem Hundezahnschleim stammendes Präparat dieses Bakteriums dar. Die grofsen, an den Enden mehr oder weniger scharf abgeschnittenen Zellen sind hier zu einem langen Faden angereiht. Der Mikroorganismus gehört zu den pleomorphen Bakterien und ist im stande Kokken, Stäbchen und ungegliederte Fäden zu bilden.

Künstliche Züchtung ist noch nicht gelungen.

20. Spirillum undula.

(Fig. 6, Taf. I, Fig. 101, Taf. XVII.)

Im stagnierenden Wasser, Strohaufgüssen etc. finden sich fast regelmäfsig die grofsen, stark beweglichen Formen des Spirillum undula. Fig. 6 und 101 führen uns die Spirillen nach dem Löfflerschen Verfahren gefärbt mit schönen Geifselfäden vor. Die Spirillen erscheinen entweder S oder halbkreisförmig gebogen. Die Geifselfäden schwanken in der Zahl zwischen 1 bis 6 Exemplaren.

21. Spirillum plicatilis.

(Fig. 102, Taf. XVII.)

Von R. Koch wurde zuerst in den Wasserläufen von Wollstein ein Spirillum aufgefunden, welches wellenförmige Wuchsformen darstellt und äufserst beweglich ist.

Fig. 102 stellt ein ungefärbtes, mit offenem Kondensor photographiertes Präparat aus Wasser dar, in dessen unterem Abschnitt wir die langgewundene Korkenzieherform des Spirillum plicatilis zur Anschauung gebracht sehen.

22. Spirillum rubrum.

(Fig. 103, Fig. 104, Taf. XVIII.)

In einer in Fäulnis übergangenen Mäuseleiche fand E. v. Esmarch ein grofses Spirillum, welches er künstlich kultivieren konnte und dem er nach seiner Pigmentbildung den Namen Spirillum rubrum gab.

Das Spirillum rubrum neigt, wie Fig. 103 zeigt, sehr zur Bildung von Schraubenformen, die oft beträchtliche Länge erreichen, man findet solche, die 30 und noch mehr Drehungen beschreiben.

Das Spirillum hat eine starke Eigenbewegung und besitzt, wie auf Fig. 104 zu sehen ist, an jedem Ende einen langen, welligen Geifselfaden. Auf der Gelatineplatte bildet es kleine, weinrote Kolonieen, welche die Gelatine nicht verflüssigen. In der Gelatinestichkultur wächst es längs des Impfstiches in Form rundlicher Körnchen, die eine weinrote Farbe haben, nach der Oberfläche zu aber verblassen, da eine ergiebige Pigmentbildung nur bei Abwesenheit von Sauerstoff stattfindet.

Auf Agar bildet sich zuerst ein blasser, grauweifser Belag, der späterhin eine rosarote Farbe annimmt.

Das Wachtum des Spirillum rubrum auf Kartoffeln ist ein sehr langsames und spärliches.

23. Spirillum serpens.

(Fig. 105, Taf. XVIII.)

Zu den grofsen in stehendem Wasser und Pflanzenaufgüssen vorkommenden Spirillen gehört auch das Spirillum serpens.

Die grofsen, zu mehreren aneinanderliegenden Zellen sind nur schwach oder gar nicht gewunden (Fig. 105), sie tragen an ihren Enden lange Geifselfäden oder Büschel.

Die künstliche Kultivierung dieser Spirillen ist bisher noch nicht gelungen.

24. Mikrokokkus prodigiosus.

(Fig. 106, Taf. XVIII.)

Der Mikrokokkus prodigiosus findet sich ab und zu auf feuchtem Brot, Kartoffeln und stonstigem stärkehaltigen Material.

Auch in der Milch kommt er mitunter vor. Bei seinem Wachstum produziert er einen roten Farbstoff, welcher Veranlassung zu den Sagen von den blutenden Hostien, dem blutenden Brote etc. gegeben hat.

Dieser Mikroorganismus bildet die Übergangsstufe zwischen Bacillen und Kokken. Zumeist erscheint er in Form ovaler Zellen, die in der Regel vereinzelt liegen (Fig. 106), aber auch kurze, dicke Stäbchenformen kommen vor. Der Mikrokokkus bildet endogene Sporen, Eigenbewegung fehlt.

Auf der Gelatineplatte wächst dieser Kokkus in Gestalt von körnigen Kolonieen, die in der Mitte rot pigmentiert sind, der Nährboden wird langsam verflüssigt.

In der Gelatinestichkultur findet schnelles Wachstum und energische Verflüssigung statt, an der Oberfläche sondert sich der rote Farbstoff ab.

Auch auf der Agaroberfläche gedeiht der Mikrokokkus prodigiosus vorzüglich, schon nach wenigen Tagen bildet er einen dicken, roten Belag auf derselben. Ein starkes Wachstumsvermögen zeigt er ferner auf Kartoffeln, in kurzer Zeit bedeckt er dieselben mit seinem schönen Farbstoff vollkommen. Auf allen Nährböden kommt er am besten bei Zimmertemperatur fort, bei Brutwärme wächst er langsam und ohne Pigmentbildung.

Regelmäfsig tritt bei der Farbstoffbildung der Geruch nach Trimethylamin auf. Durch Zugabe von verdünnter Ammoniaklösung bräunt sich der Farbstoff, wird jedoch bei Zusatz von verdünnter Essigsäure wieder hellrot.

25. Mikrokokkus agilis.

(Fig. 107, Taf. XVIII.)

Der Mikrokokkus agilis wurde von Ali Cohen aus Wasser isoliert, er gehört zu den wenigen bekannten Kokkenarten, welche Eigenbewegung besitzen. Der kugelförmige Kokkus tritt zumeist als Diplokokkus auf, aber auch gröfsere Verbände gehören nicht zu den Seltenheiten, wie das Präparat auf Fig. 107 zeigt. Die Eigenbewegung des Kokkus wird durch feine, lange Geifselfäden bewerkstelligt, die an den Enden der Individuen zu einem oder mehreren Exemplaren angeheftet sind.

Auf Gelatine, die langsam verflüssigt wird, wächst der Kokkus unter Bildung eines schönen roten Farbstoffes, der auch auf der Agar- und Kartoffelkultur auftritt.

Am besten gedeiht er bei Zimmertemperatur, bei Brutwärme kommt er nicht zur Entwickelung.

26. Sarcina aurantiaca.

(Fig. 108, Taf. XVIII.)

In der Luft finden sich fast regelmäfsig Sarcine vor, es giebt solche, welche einen weifsen, gelben und orangegelben Farbstoff produzieren, die letztere Art ist die Sarcina aurantiaca.

Die Sarcine sind mittelgrofse Kokken, die sich von den anderen Kugelbakterien dadurch unterscheiden, dafs sie sich nach allen drei Dimensionen hin teilen und hierdurch Verbände bilden, die Warenballen sehr ähnlich sehen. Auf Fig. 108, welche uns die Sarcina aurantiaca vorführt, sehen wir derartige „Warenballen“ in dem oberen Teile des Photogrammes ziemlich deutlich, die unteren Bakterienhaufen sind zu stark gefärbt, um auch an ihnen die Einteilung in einzelne Glieder gut wahrnehmen zu können.

Die Sarcina aurantiaca verflüssigt die Gelatine schwach, die Kolonieen sind scharf gerändert und von körniger Struktur, sie sondern ein goldgelbes Pigment ab.

Auf Agar und Kartoffeln wächst die Sarcina aurantiaca sehr langsam unter Bildung eines goldgelben Überzuges.

Das Wachstum findet nur bei Gegenwart von Sauerstoff statt.

Nach der Gramschen Methode färben sich die Sarcine nicht.

Schimmel- und Sprofspilze,

Pleomorphe Bakterienarten

und

Protozoën.



1. Der Favuspilz (Achorion Schoenleinii).

(Fig. 109, Fig. 110, Taf. XIX.)

In den schuppen- oder borkenähnlichen Auflagerungen der Haut, welche sich bei an Favus erkrankten Individuen finden, wies Schönlein einen zu den Hyphomyceten gehörigen Pilz nach, den er Achorion nannte.

Die künstliche Kultivierung gelang später Grawitz und Quincke. Das Achorion Schönleinii wächst zu langen, verzweigten Fäden oder Hyphen aus, die durch die vielfache Verzweigung hervorgerufene Verflechtung bezeichnet man als Mycelium. Auf diesem Mycel erheben sich kurze, gekrümmte Fruchthyphen, welche kleine ovale Sporen tragen.

Auf Fig. 109 ist ein Präparat aus der Agarkultur des Favuspilzes dargestellt, die Hyphen, welche deutlich abgegliedert sind, besitzen eine wechselnde Länge, auch ihre Dicke ist an den verschiedenen Stellen des Mycels eine sehr verschiedene.

Fig. 110 giebt einen Schnitt durch die Kopfhaut eines Favuskranken wieder, das Gewebe ist stark durchsetzt mit den Pilzfäden, die zum Teil parallel mit den Zellen der Hornhaut gehen, zum Teil aber senkrecht daraus emporwachsen.

Auf Gelatine bildet der Pilz einen dichten, weifsen Belag, der Nährboden wird schwach verflüssigt.

2. Oidium albicans.

(Fig. 111, Taf. XIX.)

Der Erreger des Soors der Schleimhäute wurde von Robin entdeckt und als Oidium albicans bezeichnet. Nach den Untersuchungen von Grawitz und Plant gehört dieser Pilz aber nicht zu den Oidiaceen, sondern nach der Ansicht des letztgenannten Autors ist er mit Monilia candida, einem aus der Familie der Torulaceen stammenden Sprofspilze, identisch. Der Soorpilz bildet meistens ziemlich grofse, ovale, hefeartige Zellen, welche vereinzelt liegen oder in Verbänden vorkommen, aber unter bestimmtem Verhältnisse wächst er im Organismus und in der künstlichen Kultur in Form eines fadenartigen Mycels, welches sich auf Fig. 111 neben den ovalen Zellen in mehreren Strängen vorfindet. Der Soorpilz ist streng aërob, er wächst am besten bei Bruttemperatur. Auf der Gelatineplatte entwickeln sich

schneeweifse Kolonieen, welche den Nährboden nicht verflüssigen. Auf der Oberfläche von Stichkulturen wächst der Pilz in hefeartiger Form, in der Tiefe kommt es aber zur Bildung von fadenförmigen Mycelien.

Nach den Versuchen Klemperer gehen Kaninchen bei Injektion von Reinkulturen des Soorpilzes in die Blutbahn an allgemeiner Soormycose in kurzer Zeit zu Grunde.

3. Der Actinomyces.

(Fig. 112, Fig. 113, Taf. XIX.)

Der Aktinomyces wurde im Jahre 1845 von v. Langenbeck entdeckt und 1878 von James Israel genauer beschrieben.

Der Aktinomyces findet sich am häufigsten am Kiefer des Rindes, wo er eine derbe Geschwulstmasse hervorruft, die schliefslich nach innen und aufsen hin abscediert.

Auf dem Durchschnitte findet man abscefsähnliche Herde, welche gelbe bis hanfkorngrofse, feste Körner enthalten. Mikroskopisch erscheinen diese Körperchen als aus einem engen Gewirr verzweigter Fäden bestehend, welche von einem dicken Knotenpunkt auslaufen und an ihren Enden kolbenförmig anschwellen, sie stellen die sogen. Drusenform dar, auf welche wir gleich zurückkommen werden.

Beim Menschen tritt Aktinomykose am häufigsten an den Kiefern auf, aber auch Einwanderung des Pilzes durch die Luftwege und den Intestinaltraktus, mit Erkrankungen der Lunge, Nieren, Leber, des Herzens, Gehirnes und Darmes ist beobachtet worden, nicht selten verläuft auch beim Menschen die Erkrankung tötlich.

Über die Ätiologie der Aktinomykose ist bis jetzt sicheres noch nicht bekannt, man nimmt an, dafs beim Rinde der Pilz durch Getreidegrannen auf das Zahnfleisch übertragen wird, da man tief in das Zahnfleisch eingedrungene Grannen bei an Aktinomykose erkrankten Rindern gefunden hat, um die sich zahlreiche Drusen ausgebildet hatten. Der Aktinomyces ist ein verzweigter Fadenpilz. Die Fäden teilen sich durch Querteilung in kürzere Gebilde, die durch erneute Teilungen schliefslich in kleine, kurze, gebogene Stäbchen verwandelt werden können, der Aktinomynes ist daher ein pleomorpher Mikroorganismus.

Fig. 112 stellt ein Präparat von Aktinomycesfäden dar, die aus einer Bouillonreinkultur stammen, die längeren oder kürzeren Fäden lassen eine Abgrenzung einzelner Zellen nicht erkennen, kurze Stäbchenformen sind in dem Präparate nicht vorhanden; bei Kultivierung des Aktinomyces auf Agar finden sich im mikroskopischen Präparate fast ausschliefslich gebogene Stäbchenformen.

Das Bild einer Druse aus der Kiefergeschwulst eines Rindes führt uns der Schnitt auf Fig. 113 vor. Die strahlenförmig auslaufenden Fäden sind an den Enden keulenförmig aufgetrieben und lassen sich mit der Fingerform vergleichen, in der Länge schwanken die Strahlenglieder ziemlich erheblich.

Die künstliche Kultivierung des Aktinomyces gelang zuerst James Israel und M. Wolff.

Unter Ausschlufs von Sauerstoff wächst der Pilz auf Gelatine, Agar und in frischen Eiern.

Es gelingt durch Einverleibung dieser künstlichen Kulturen in die Bauchhöhle von Kaninchen und Meerschweinchen typische Aktinomykose mit Drusenbildung hervorzurufen.

Nach dem Gram schen Verfahren färbt sich der Strahlenpilz gut.

4. Penicillium glaucum.

(Fig. 114, Taf. XIX.)

Das Penicillium glaucum, der grüne Pinselschimmel, gehört zu den weitverbreiteten Schimmelpilzen. Es bildet die bekannten grünen, dichten Rasen auf feuchtem Brot, feuchtem Mauerwerk etc.

Sein Mycel besteht aus horizontal angeordneten, gegliederten Fäden, von denen die ebenfalls gegliederten Fruchthyphen senkrecht aufsteigen und sich am oberen Ende gabelig teilen. Von den verzweigten Endästchen, den Basidien, gehen die Sterigmen ab (Fig. 114), welche Pinselform haben und an ihren Spitzen die Früchte, Konidien genannt, tragen.

Die Konidien verleihen dem Schimmelrasen die schöne, grüne Farbe.

Auf der Gelatineplatte erscheinen die weifsen Kolonieen, welche den Nährboden verflüssigen, als feine, verästelte Fäden, die von einem Punkte ausgehen und rasch an Umfang zunehmen, sobald die Sporenbildung eintritt färbt sich der Rasen, von der Mitte ausgehend, hellgrün.

Auf Agar, Kartoffeln und Brutbrei gedeiht der Pinselschimmel vortrefflich.

Bei Bruttemperatur wächst das Penicillium nicht, sein Wachstumsoptimum liegt bei 22—25° C.

Pathogene Eigenschaften besitzt er nicht.

Die Anilinfarbstoffe werden wie von allen Schimmelpilzen nur schwer aufgenommen.

5. Aspergillus fumigatus.

(Fig. 115, Taf. XX.)

Die Aspergillineen (Kolbenschimmel) bilden ungeteilte Fruchthyphen, deren Enden kolbenartige Verdickungen bilden, auf diesen sitzen kreisförmig angeordnet, dicht nebeneinander äufserst feine und ziemlich kurze Sterigmen, die an ihren Enden die Sporen tragen. Fig. 115 stellt solche Aspergillus-Köpfchen dar, an dem obersten Köpfchen sind schon die meisten Sporen abgefallen und auch die Sterigmen sind deformiert, während die anderen Exemplare noch ihre charakteristische, an die mittelalterlichen Morgensterne erinnernde Form zeigen.

Der Aspergillus fumigatus findet sich häufig auf altem Brot, geronnener Milch, Käse und sonstigen passenden Nährböden, er bildet einen sammetartigen, grauen Rasen. Auf Gelatine, die verflüssigt wird, bildet er einen weifsgrauen Überzug.

Der Pilz gedeiht am besten bei Bruttemperratur.

Spritzt man Sporen des Aspergillus fumigatus in Bouillon- oder Wasseraufschwemmung Kaninchen in die Ohrvene, so gehen die Tiere nach wenigen Tagen zu Grunde. Die Sporen keimen nach ihrer Ablagerung in den Organen aus und rufen hierdurch schwere Funktionsstörungen und schliefslich auch den Tod hervor.

Man hat auch beim Menschen durch Aspergillineen hervorgerufene Mykosen des öfteren beobachtet.

6. Mukor corymbifer.

(Fig. 116, Taf. XX.)

Der Mukor corymbifer findet sich gemeinsam mit dem Mukor mucedo häufig im Pferdemist, auch in anderen tierischen Exkrementen kommt er vor. Er bildet einen schneeweifsen, hohen Rasen.

Die Fruchthyphen steigen bei den Mukorineen (Kopfschimmel) ungeteilt aus dem Mycel empor, das Ende der ersteren schwillt kolbig an und bildet die Kolumella, welche von einer gröfseren, kugeligen Hülle, dem Sporangium, umgeben ist, in dem sich die Sporen entwickeln und nach ihrer Reife das Sporangium teilweise absprengen, um in das Freie zu gelangen.

In dem unzweckmäfsig ausgewählten Präparat von Fig. 116 ist das Köpfchen leider so stark gefärbt, dafs die Einzelheiten nicht mehr sichtbar sind. Neben den Fruchthyphen bemerken wir eine Anzahl reifer rundlicher Sporen, welche die Kolumella bereits verlassen haben.

Der Mukor corymbifer gedeiht bei Brut- und Zimmertemperatur gut.

Für Kaninchen ist er pathogen.

7. Oidium lactis.

(Fig. 117, Taf. XX.)

In sauer gewordener Milch und in Butter findet man sehr häufig das von Grawitz zuerst genauer beschriebene Oidium lactis.

Die Oidiaceen stellen eine Übergangsstufe zwischen Schimmel- und Sprofspilzen dar, die Fruchtträger sind nur mäfsig entwickelt oder fehlen überhaupt, die walzenförmigen Konidien schnüren sich direkt von dem aufsteigenden Mycel ab (Fig. 117).

Auf der Gelatineplatte erscheinen die weifsen Kolonieen anfänglich sternförmig, später aber wachsen sie zu einem dichten, weifsen Rasen aus. Verflüssigung der Gelatine tritt nicht ein.

Auf der Agaroberfläche entwickelt sich bei Brut- oder Zimmertemperatur ein üppiger, weifser Rasen.

8. Die Rosahefe.

(Fig. 118, Taf. XX.)

Die Rosahefe findet sich fast regelmäfsig in der Luft und keimt auf Milch, Käse, Gelatineplatten aus.

Die Rosahefe stellt ovale Zellen dar, die sich durch Sprossung vermehren und häufig in Form von Zellverbänden vorkommen. Fig. 118 führt eine Reinkultur der Rosahefe vor, zumeist erscheinen die ovalen, schwach nach den Enden zugespitzten Zellen zu mehreren Exemplaren vereinigt, an einigen Stellen des Präparates finden sich auch Individuen, an denen die eben vor sich gehende Aussprossung von Hefezellen sichtbar ist.

Auf Gelatineplatten wächst die Rosahefe in Form von rundlichen Kolonieen, die rosa gefärbt sind, der Nährboden wird nicht verflüssigt.

Auf Agar bildet sich ein schleimiger, rosafarbener Belag.

Die Rosahefe gedeiht am besten bei Zimmertemperatur.

9. Die Bierhefe (Saccharomyces cerevisiae).

(Fig. 119, Taf. XX.)

Die Bierhefe ist die verbreitetste Art der Sprofspilze, Rohr- und Traubenzucker werden durch sie vergohren. Nach Beendigung der Gärung bildet die Bierhefe auf der Oberfläche der Flüssigkeit Decken, wobei die Sprossungen undeutlicher werden und die Zellen sich in die Länge strecken und so Hyphen nicht unähnlich sehen.

Die Zellen der Bierhefe sind ziemlich grofse, kernlose, rundovale Gebilde, deren Protoplasma, wie auf dem ungefärbten Präparate von Fig. 119 deutlich zu sehen ist, stark mit gröfseren oder kleineren Vakuolen durchsetzt ist. In diesem Präparate läfst sich auch der Vorgang der Sprossung an einigen Zellen gut beobachten, es stülpen sich knospenartige Gebilde aus, die sich von der Mutterzelle abschnüren, wenn sie eine bestimmte Gröfse erreicht haben. Doch können die Zellen auch mehrere Generationen hindurch im Zusammenhange bleiben und so die Zellverbände bilden, die man häufig in den hefehaltigen Flüssigkeiten antrifft.

Auf ungünstigen Nährböden vermag die Bierhefe in einzelnen ihrer vergröfserten Zellen resistentere Gebilde, die man Askosporen nennt, zu bilden. Diese überleben den Untergang der anderen Hefezellen und vermögen, wenn sie auf geeignete Nährsubstrate gelangen, wie gewöhnliche Hefe sich durch Sprossung zu vermehren.

Auf Gelatine wächst Saccharomyces cerivisiae als ein dicker, fast farbloser Belag, der den Nährboden nicht verflüssigt.

Man teilt die Bierhefe in zwei Gruppen, in Ober- und Unterhefe ein. Die Oberhefe wächst bei 14—18° C und entwickelt stürmisch Kohlensäure und Alkohol, durch erstere werden die Hefepilze an die Oberfläche getrieben und durch die ganze Flüssigkeit verteilt.

Die Unterhefe gedeiht bei niederen Temperaturen, 4—11° C, sie entwickelt die Gärungsprodukte langsam und setzt sich am Boden ab.

10. Cladothrix dichotoma.

(Fig. 120, Taf. XX, Fig. 121, Taf. XXI.)

Die Cladothrix dichotoma gehört zu einer Gruppe von Algen, die man pleomorphe Bakterien bezeichnet hat, sie findet sich vornehmlich in Wasser von Flufsläufen und Brunnen.

Die Cladothrix stellt lange Fäden dar, welche scheinbare Verzweigungen bilden (Fig. 120), in Wirklichkeit handelt es sich hier aber fast immer um die sog. falsche Astbildung, d. h. die Verzweigungserscheinungen sind dadurch zu stande gekommen, dafs sich selbständige Fäden wechselnder Länge derartig aneinandergelagert haben. Die Cladothrix vermehrt sich durch Spitzenwachstum nach einer Seite hin. Aufser dieser Wuchsform finden sich bei der Cladothrix auch Fäden, die in Kokken, Stäbchen und Spirochaeten gegliedert erscheinen.

Fig. 121 giebt die Spirillenform der Cladothrix wieder. Auch hier macht sich wieder die Neigung zur Bildung von Scheinverzweigungen bemerkbar. Ein kleines Stück der oberen Spirillenwindungen ist in einzelne Spirochaeten gegliedert, die weitaus gröfsere Menge der spirochaetenartigen Zweigfäden zeigt keine Gliederung.

Die verschiedenen Vegetationsformen der Cladothrix wurden hauptsächlich von Zopf näheren Untersuchungen unterzogen.

Auf Gelatine wächst Cladothrix langsam ohne den Nährboden zu verflüssigen.

Auf Agar bildet sie einen dünnen, gelbbraunen Belag.

11. Crenothrix Kühniana.

(Fig. 122, Taf. XXI.)

Die Crenothrix gehört ebenfalls zu den pleomorphen Bakterienarten, sie kommt vielfach in eisenhaltigen Wässern vor und verstopft häufig die Wasserleitungen durch ihr üppiges Wachstum.

Gewöhnlich tritt die Crenothrix in Gestalt von dicken, langen Fäden auf, aber auch kokken- und stäbchenartige Gebilde gehören nicht zu den Seltenheiten. Die einzelnen Glieder können noch von einer dicken, gemeinsamen Scheide umgeben sein, die schlauchartig dieselben umschliefst. Die Vermehrung geschieht durch

Teilung oder Arthrosporen, welche an dem Ende des Fadens herausfallen. Fig. 122 führt ein ungefärbtes Präparat von der Fadenform der Crenothrix vor. Die dicken Fadenstücke besitzen eine sehr unebene Aufsenfläche, in dem Innern der Zellen finden sich schwarz erscheinende Einlagerungen von Eisenoxydhydrat.

Künstliche Kultivierung der Crenothrix ist noch nicht gelungen.

12. Beggiatoa.

(Fig. 123, Taf. XXI.)

Die Beggiatoa findet sich häufig in stagnierendem Wasser, auch sie gehört zu den Bakterienarten mit veränderlichen Wuchsformen. Meist wächst die Beggiatoa in Fadenform, die Fäden sind in viele kleine Glieder geteilt, die meist in einer langen, dünnen Scheide stecken. Es können fernerhin gebildet werden: Kokken und grofse bewegliche Schraubenformen. Die Vermehrung geschieht durch Sporen.

Fig. 123 giebt ein Präparat der Beggiatoa wieder, welches die Teilung strahlenförmig von einem Knotenpunkt ausgehender Fäden in kurze Glieder zeigt. In diesen Gliedern, welche Sporen darstellen, bemerkt man helle Körperchen, es sind dies eingelagerte Schwefelkörnchen, die sich regelmäfsig in den Zellen von Beggiatoa vorfinden. In schwefelhaltigen Flüssigkeiten vermag die Beggiatoa Schwefelwasserstoff zu entwickeln.

13. Plasmodium Malariae.

(Fig. 124, Fig. 125, Fig. 126, Taf. XXI.)

In dem Blute von Malarialeichen und -Kranken waren schon 1850 von Heschl und später von Planer hyaline, pigmenthaltige Körperchen aufgefunden worden, über deren Bedeutung man sich in keiner Hinsicht klar war.

Erst Laveran erkannte diese pigmenthaltigen Körperchen im Blute der von Malaria Befallenen als tierische Parasiten.

Die Malariaparasiten werden jetzt allgemein nach dem Vorgange von Metschnikoff und Laveran zu der Klasse der Sporozoen und zwar zu den Koccidien gerechnet.

Die Malariaparasiten sind einzellige Lebewesen von scheibenartiger oder kugeliger Form mit amöboider Beweglichkeit, die sich in späteren Stadien ihrer Entwickelung mehr und mehr verliert. Meist finden sich die Parasiten einzeln in den roten Blutkörperchen eingelagert, aber auch Kopulationsformen kommen vor.

Die Vermehrung der Plasmodien findet durch Teilung und Sporenbildung statt.

Der Parasit besitzt eine äufsere Hülle, Cuticula, die einen Plasmakörper einschliefst. In dem plasmatischen Körper finden sich aufser einem wechselnd grofsen Kern, das Pigment in Form von Melaninkörnchen und rundliche Vakuolen, die nicht kontraktil sind. Die grofsen, ausgewachsenen Zellen bilden aus ihrer Membran

dünne Geifselfäden, die ziemlich lang sein können und oft knopfartige Anschwellungen zeigen.

Der Entwickelungsgang der Malariaparasiten ist hauptsächlich durch die eingehenden Untersuchungen von Richard, Marchiafava, Celli und Golgi bekannt geworden. Nach letzterem geht die Entwickelung so vor sich, dafs die freigewordene kleine Spore, welche im Blutplasma frei umherschwimmt, sich an ein rotes Blutkörperchen heftet und hier zum Parasiten, der amöboide Beweglichkeit zeigt, auskeimt. Jetzt beginnt in dem Plasmodium die Bildung der Verdauungsprodukte aus dem Hömoglobin, zu denen vornehmlich das Melanin gehört. Auf diese Melaninbildung ist die Melanämie der Malariakranken wahrscheinlich zurückzuführen. Der Parasit steht jetzt auf der Höhe der Entwickelung und ist auch im stande zur Sporulation zu schreiten.

Nach Golgi sind drei Arten von Malariaplasmodien anzunehmen, die des quartanen, tertianen und quotidianen Fiebers. Die erstere Art füllt auf der Höhe ihres inviduellen Lebens das ganze, unverändert gebliebene Blutkörperchen aus und vollendet ihre Entwickelung in 3 Tagen, während bei der zweiten Form der Parasit infolge von Hypertrophie des Blutkörperchens dieses nicht ganz ausfüllt, der Entwickelungscyklus dauert 2 Tage.

Das Quotidianfieber kann durch den pigmentierten oder durch den unpigmentierten Quotidianparasiten hervorgerufen werden. Diese Parasiten sind hauptsächlich von Marchiafava und Celli näher studiert worden.

Die beiden Quotidianparasiten unterscheiden sich in ihrer Entwickelung und Form durch nichts von einander, nur fehlt der einen Art das Pigment. Die Quotidianparasiten rufen schwere und hartnäckig wiederkehrende Fieber hervor und geben Veranlassung zu perniziösen Erscheinungen und schwerer Anämie.

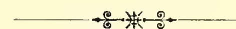
Die Erreger der perniziösen Malariaformen sind durch die Fähigkeit, sogen. Halbmondformen (Syzygien) bilden zu können, charakterisiert.

Die schlanken, halbmondförmigen Körperchen vermehren sich auf dem Wege der queren Segmentierung, Sporen scheinen sie nicht bilden zu können. Bewegungsfähigkeit besitzen die Syzygien nicht, sie enthalten zerstreut liegende Pigmentkörnchen in ihrem Protoplasma.

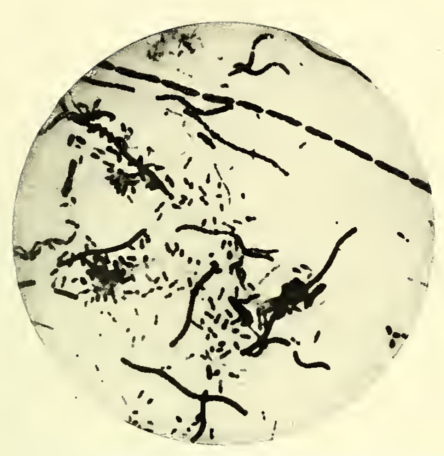
Fig. 124 giebt einen Schnitt durch eine Gehirnkapillare eines an perniziöser Malaria gestorbenen Menschen wieder. Es sind wesentlich starke Melaninablagerungen, welche in dem Gefäfs wahrnehmbar sind. Fig. 125 zeigt in der Mitte des Präparates, einem Blutkörperchen eingelagert, einen Malariaparasiten, der eine rosettenförmige Bildung besitzt, diese findet sich bei Sporulation des tertianen Parasiten sehr häufig und entsteht durch die Anordnung der Sporulationskörperchen. Auf Fig. 126 sind dem einen mittleren Blutkörperchen stark pigmentierte Plasmodien eingelagert, die der quotidianen Form angehören.

Die künstliche Züchtung der Malariaplasmodien ist bisher selbst auf hämoglobinhaltigen Nährböden noch nicht gelungen. Durch subkutane oder intravenöse Einverleibung von Malariablut in den normalen menschlichen Körper hat man je nach dem eingespritzten Blutquantum nach 6—14 tägiger Inkubationsdauer typische Malariafieber auftreten sehen.

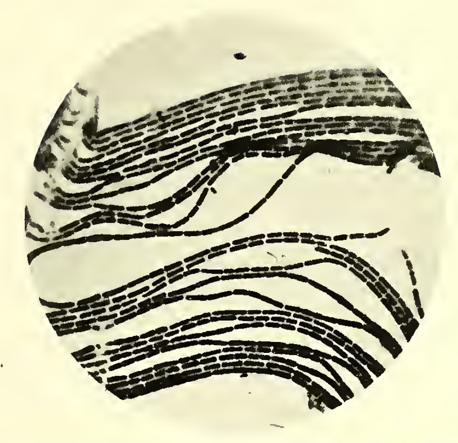
Aufserhalb des tierischen Organismus sind die Malariaplasmodien bisher noch niemals nachgewiesen worden, jedenfalls sind sie in der Luft vorhanden und gelangen von hier aus in den Körper.



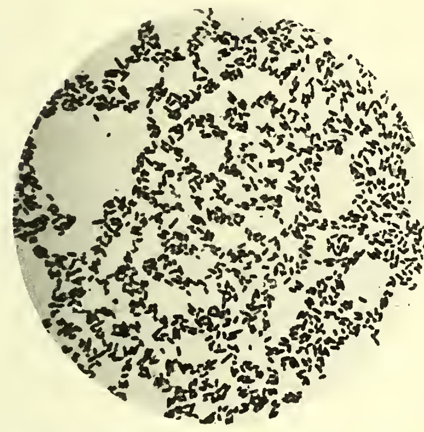
Druck von Otto Dürr in Leipzig.



1. Bacteriengemisch in faulendem Wasser. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



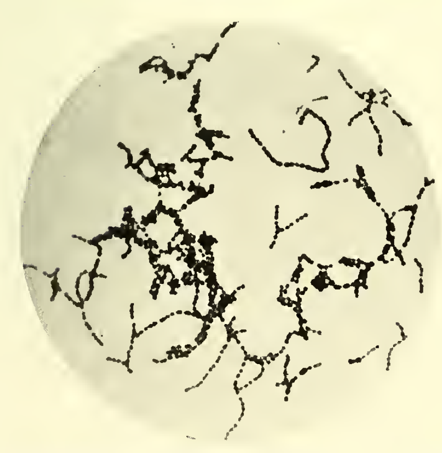
2. Bacterien aus Faeces. Gelatinekultur. Klatschpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



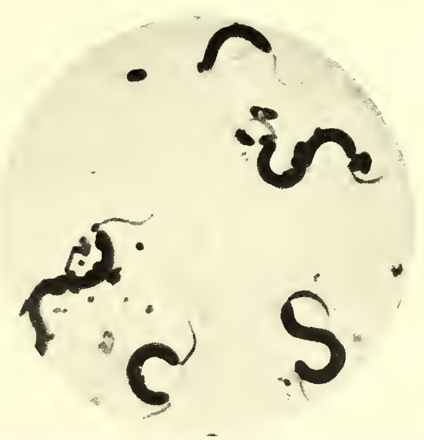
3. Kurze Bacterien aus Wasser. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



4. Grosse Mikrokokken aus Faeces. Gelatinekultur. Klatschpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



5. Streptokokken (Erisypelas). Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



6. Spirillen mit Geisselfäden (Undula) aus faulendem Strohinfus. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.

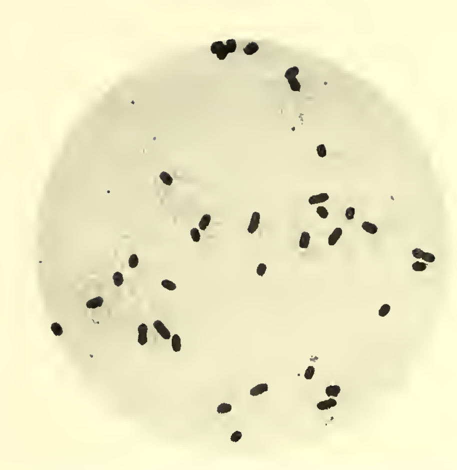
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

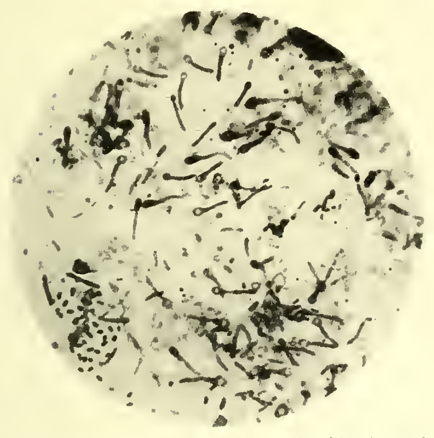




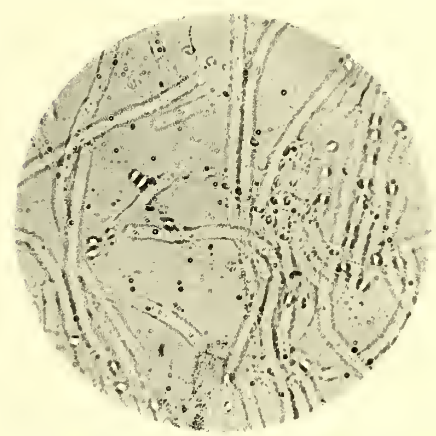
7. Spirillen mit Geisselbüscheln aus faulem Strohinfus. Deckglas-Trockenpräparat. Löfflersche Färbung. 1000 : 1.



8. Bacterien mit Geisselbüscheln (Spinnenform). Deckglas-Trockenpräparat. Löfflersche Färbung. 1000 : 1.



9. Bacterien mit endständigen Sporen (Köpfchenbacterien) von faulender Melone. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



10. Bacterien mit Sporen (Milzbrandfäden). Ungefärbt in Wasser. 1000 : 1.



11. Bacterien mit Kapseln aus faulendem Blute. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



12. Tetrakokken mit Kapseln (Tetragenus). Peritoneal-Flüssigkeit. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.

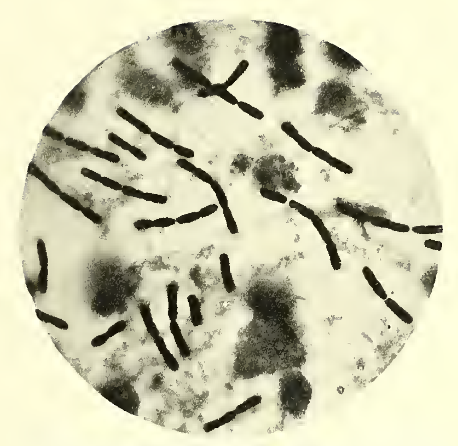
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

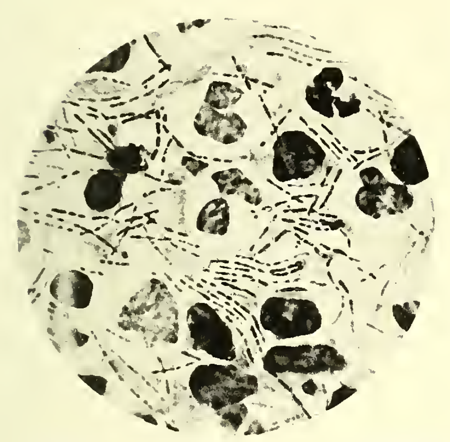




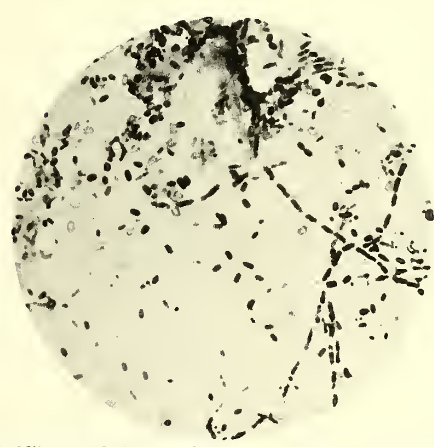
13. Milzbrandfäden. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Methylenblau. 1000 : 1.



14. Milzbrandbacillen aus dem Blute einer Maus. Deckglas-Trockenpräparat. Methylenblau. 1000 : 1.



15. Milzbrand. Maus. Schnitt. Leber. Methylenblau. 1000 : 1.



16. Milzbrandfäden mit Sporen. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Doppelfärbung. Sporen mit Fuchsin, die übrige Substanz mit Methylenblau gefärbt. 1000 : 1.



17. Milzbrandbacillen. Involutionsformen. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Methylenblau. 1000 : 1.

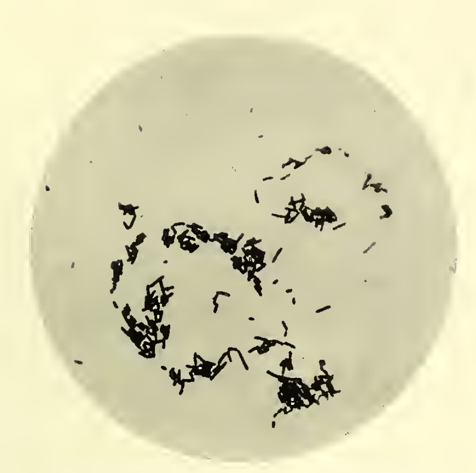


18. Typhusbacillen. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

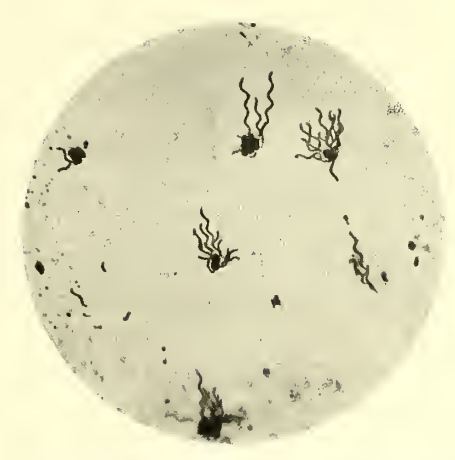
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

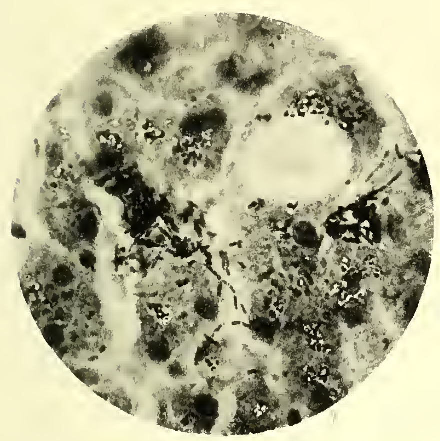




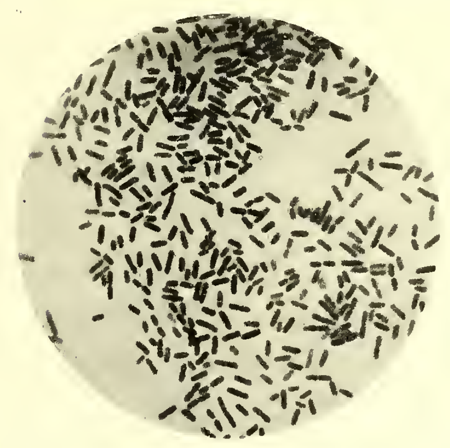
19. Typhusbacillen. Agarkultur. Klatschpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



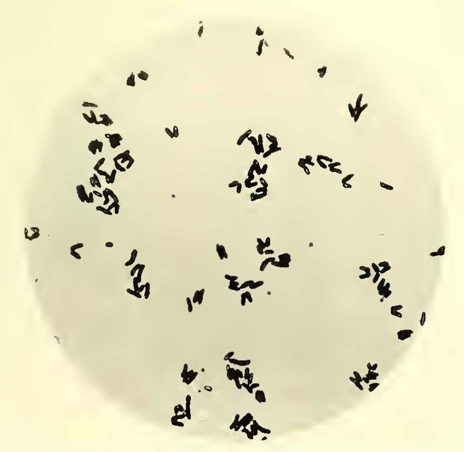
20. Typhusbacillen mit Geisseln. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löfflersche Färbung. 1000 : 1.



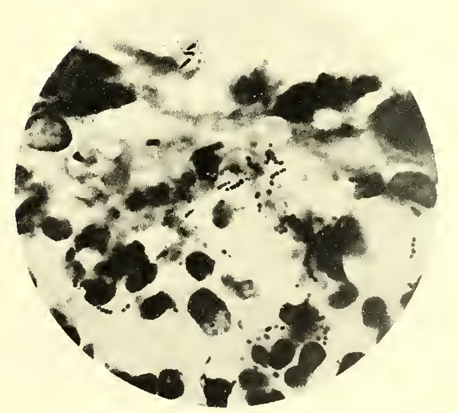
21. Typhusbacillen. Mensch. Leber. Schnitt. Methylenblau. 500 : 1.



22. Bacterium coli commune. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



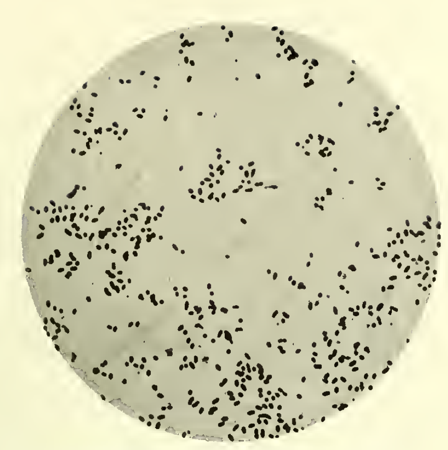
23. Bacillus der Diphtherie. Reinkultur auf Blutserum. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



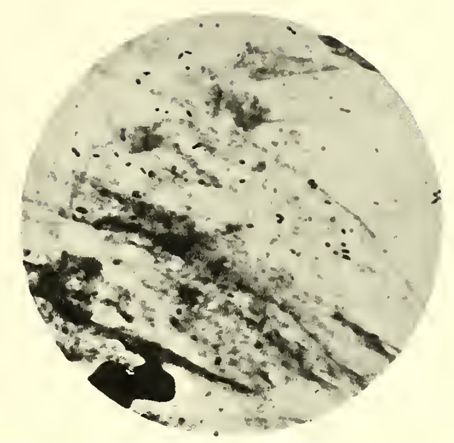
24. Bacillus der Diphtherie und Streptokokkus pyogenes. Schnitt. Diphtheriebelag. Gentianaviolett. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

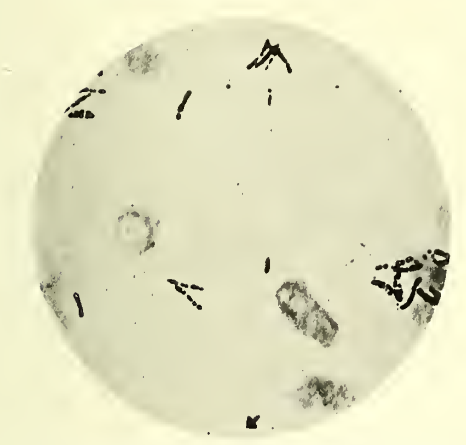
Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.



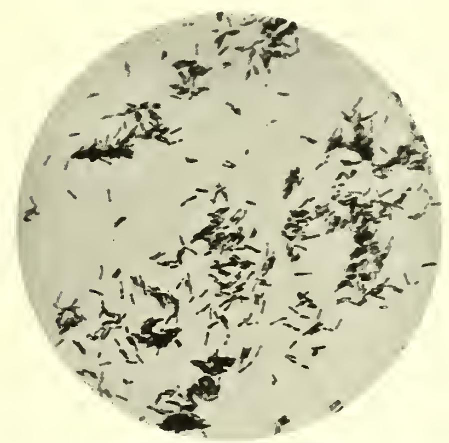
25. Influenzabacillus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



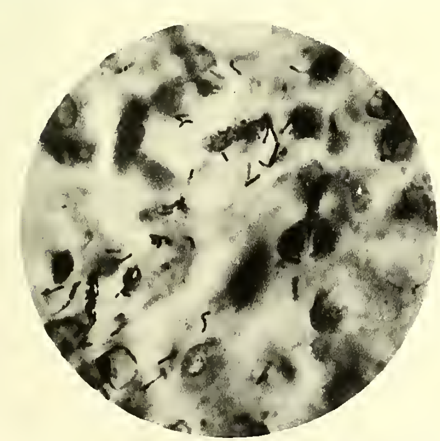
26. Influenzabacillus. Sputum. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



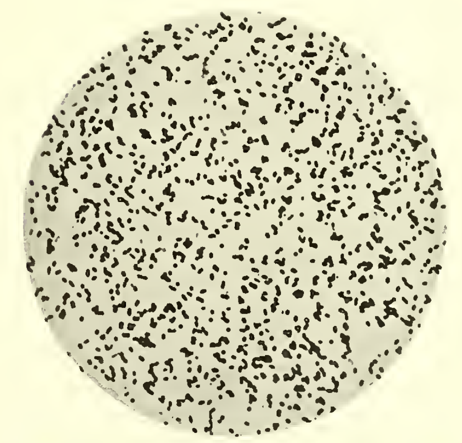
27. Tuberkelbacillus. Sputum. Deckglas-Trockenpräparat. Die Tuberkelbacillen mit Methylviolett, das Uebrige mit Bismarckbraun gefärbt. 1000 : 1.



28. Tuberkelbacillen. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



29. Tuberkelbacillen. Schnitt. Mensch. Lunge. Tuberkelfärbung mit Fuchsin, Grundfärbung mit Methylenblau. 1000 : 1.

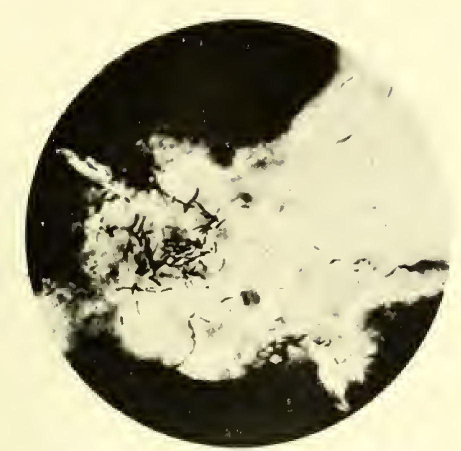


30. Bacillus der Pseudotuberkulose. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

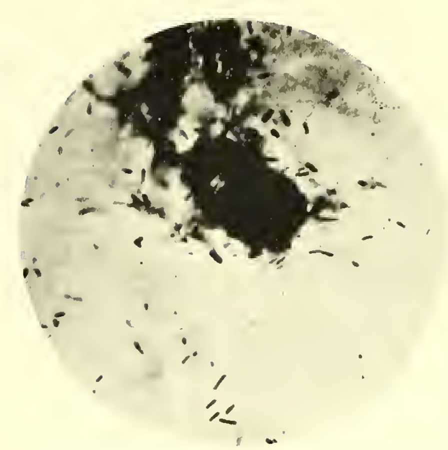
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

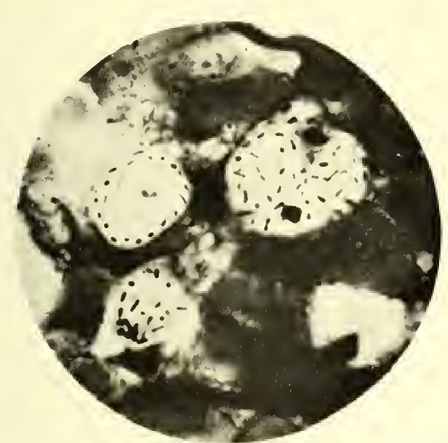




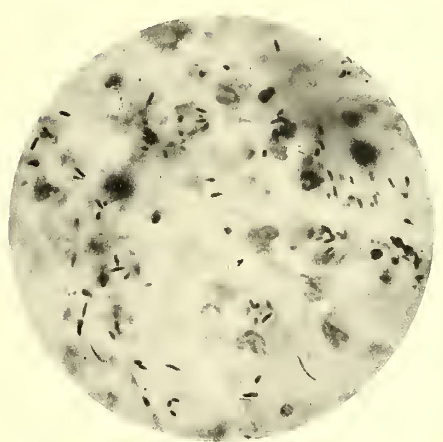
31. Syphilisbacillen (Lustgarten) Condylomsaft. Deckglas - Trockenpräparat. Lustgartensche Färbung. 1000 : 1.



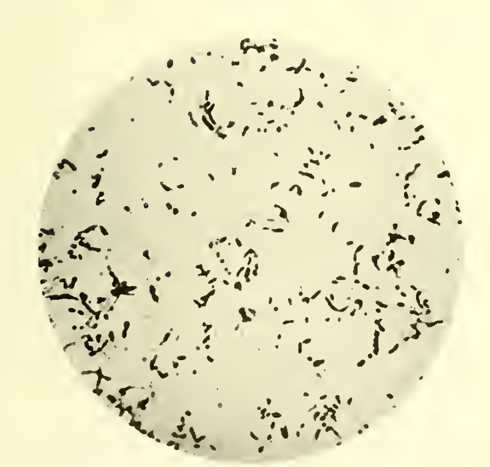
32. Ssnegmabacillen. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



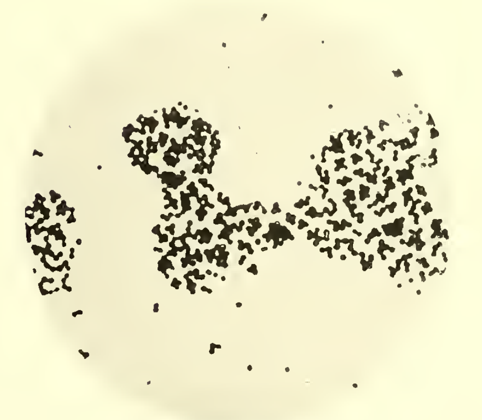
33. Bacillus des Rhinosclerom. Schnitt. Gelatinekultur. 1000 : 1.



34. Leprabacillen. Mensch. Schnitt durch die Haut. Fuchsin. 1000 : 1.



35. Rotzbacillen. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

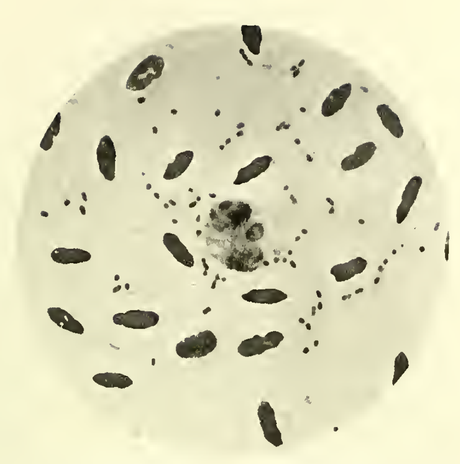


36. Hühnercholerabacillen. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

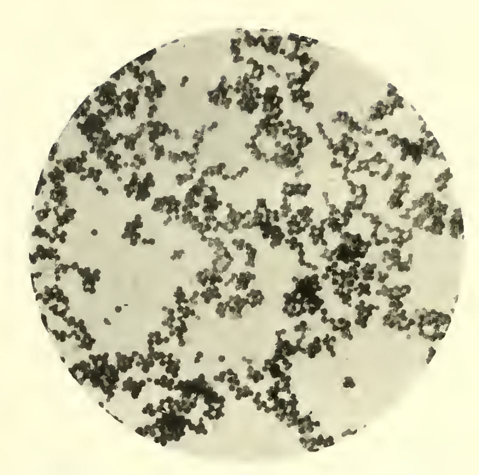
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

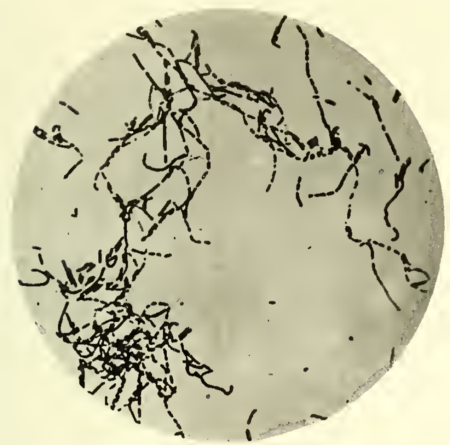




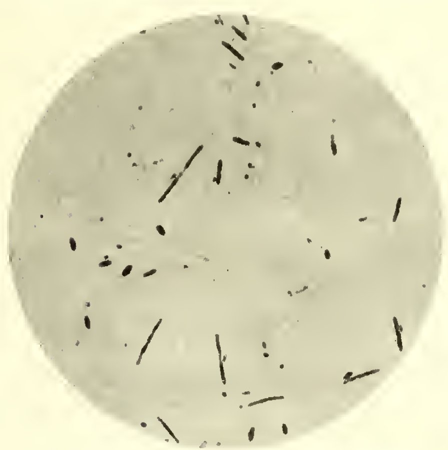
37. Hühnercholerabacillen. Taubenblut. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



38. Bacillus der Kaninchensepticaemie. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



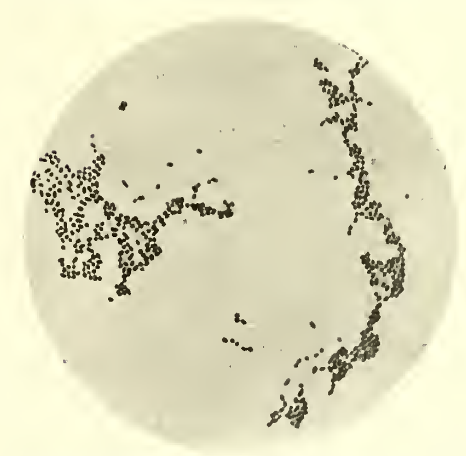
39. Bacillus der Schweineseuche. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Methylviolett. 1000 : 1.



40. Bacillus des Schweinerothlaufs. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



41. Bacillus der Frettchenseuche mit Geisseln. Gelatine-Kultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.

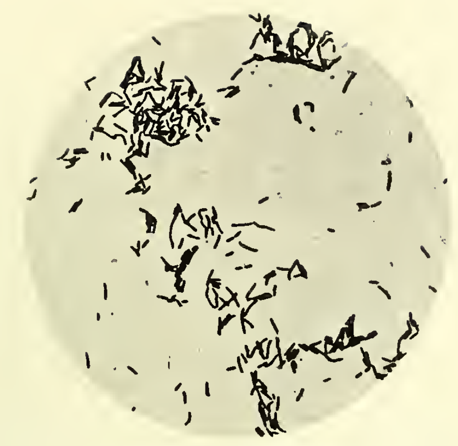


42. Bacillus des Mäusetyphus. Agarkultur Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

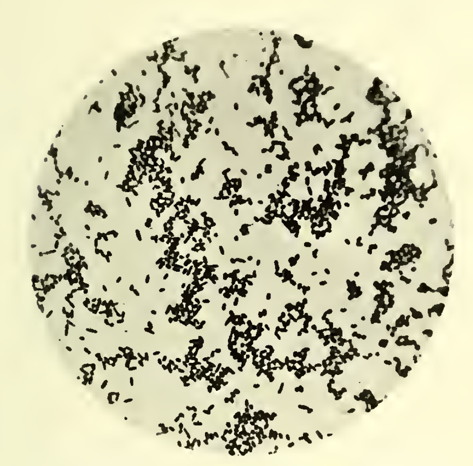




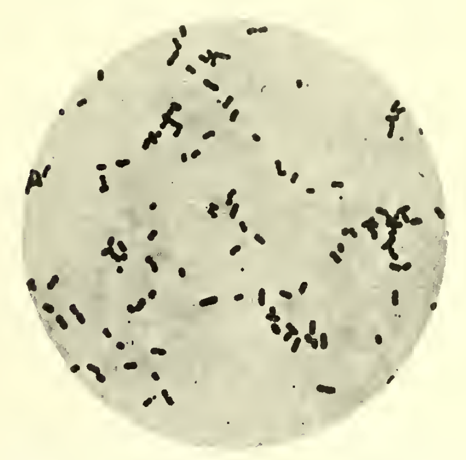
43. Bacillus der Mäusesepticaemie. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



44. Bacillus enteridis Gaertner. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



45. Bacillus pyocyaneus. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



46. Bacillus capsulatus Pfeiffer. Oedemflüssigkeit von Meerschweinchen. Deckglas-Trockenpräparat. Ribbert'sche Färbung. 1000 : 1.



47. Tetanusbacillen. Agarkultur. Deckglas-Trocken-Präparat. Fuchsin. 1000 : 1.



48. Bacillus des Rauschbrands. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

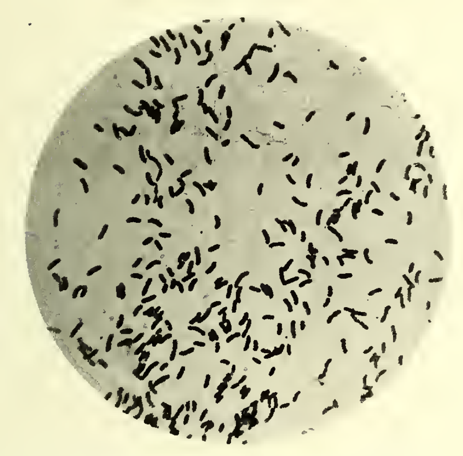




49. Bacillus des malignen Oedems. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



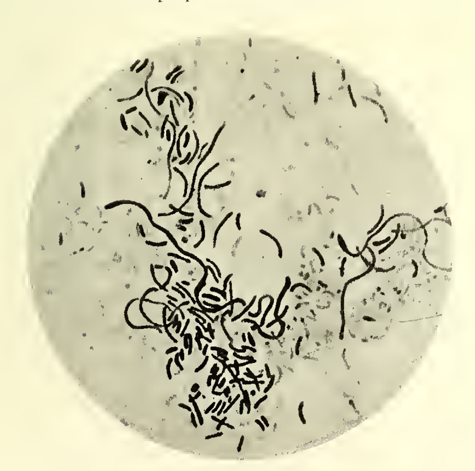
50. Bacillus des malignen Oedems mit Geisseln. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



51. Vibrio Cholerae (Moabit). Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



52. Vibrio Cholerae. Gelatinekultur. Klatschpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



53. Vibrio Cholerae. Involutionsformen. Agarkultur. Fuchsin. 1000 : 1.

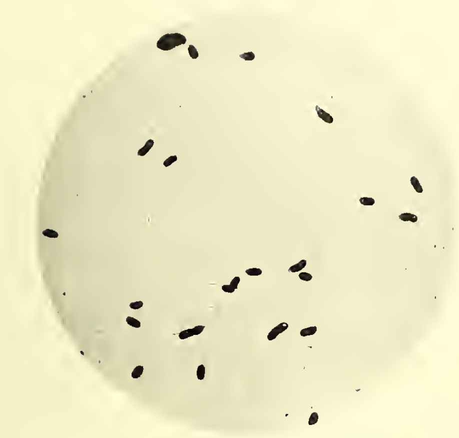


54. Vibrio Cholerae. Choleradejektion (Moabit). Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

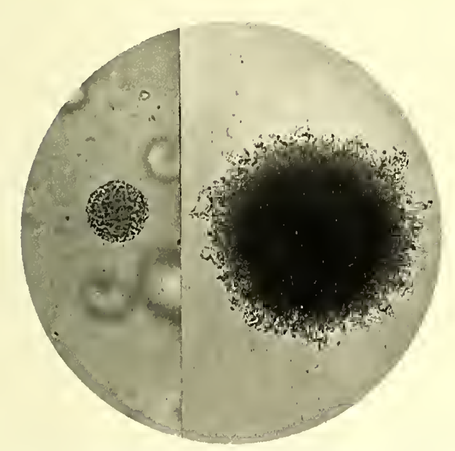




55. Vibrio Cholerae mit Geisseln. Gelatinekultur Deckglas-Trockenpräparat. Löfflersche Färbung. 1000 : 1.



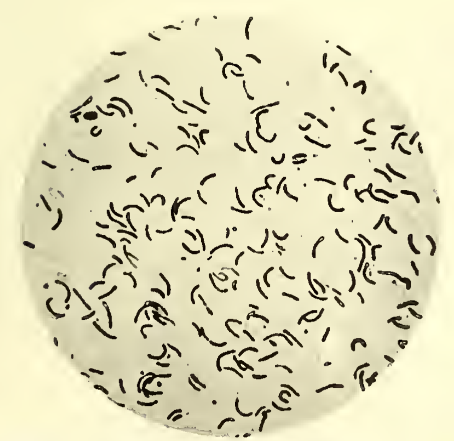
56. Vibrio Cholerae. Gelatinestichkultur, nach viertägigem Wachsthum bei Zimmertemperatur. 1 : 1.



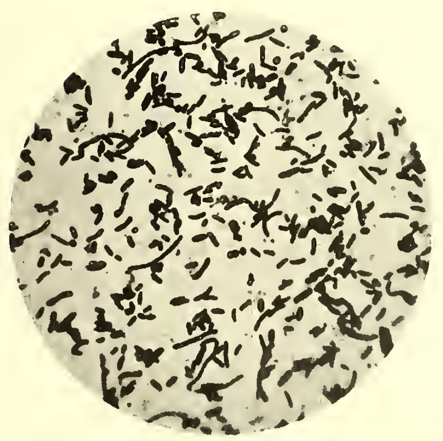
57. Vibrio Cholerae. Gelatineplattenkultur, links 24, rechts 36 Stunden alt. 100 : 1.



58. Vibrio Berolinensis. Agarkultur Deckglas-Trockenpräparat. Dahliafärbung. 1000 : 1.



59. Vibrio Danubicus. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.

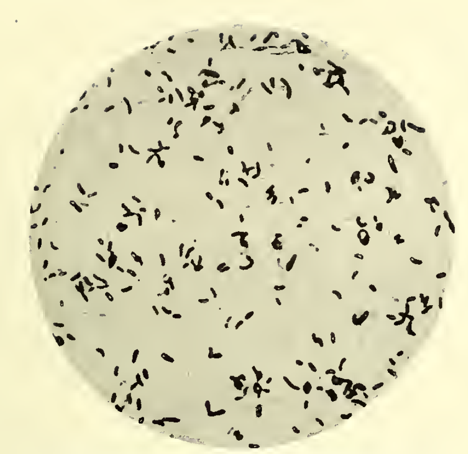


60. Vibrio Bonhoff. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Dahliafärbung. 1000 : 1.

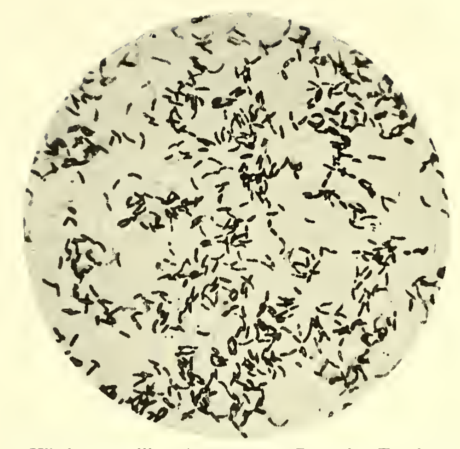
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

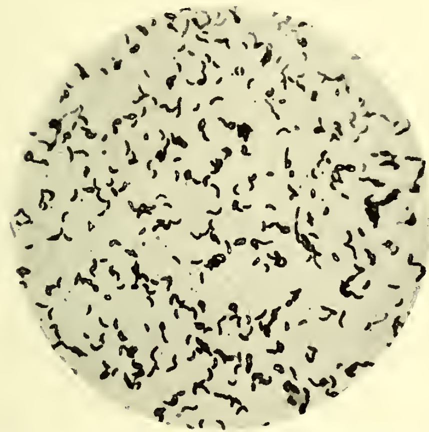




61. Vibrio Dunbar. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



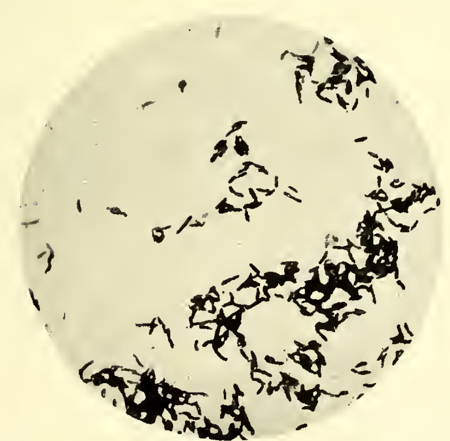
62. Vibrio aquatilis. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



63. Vibrio Metschnikoff. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



64. Vibrio Finkler und Prior. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



65. Vibrio Denecke. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

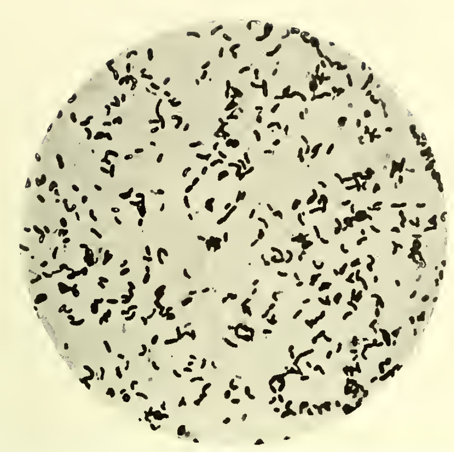


66. Vibrio Milleri. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

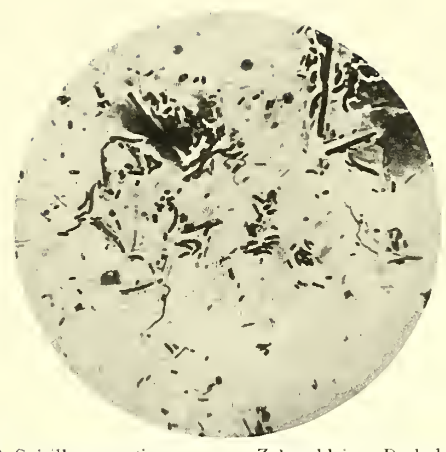
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

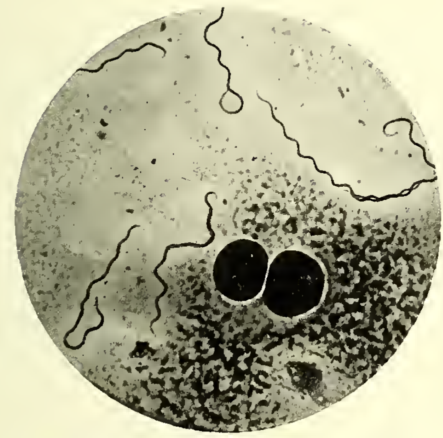




67. VibrioWeibel. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



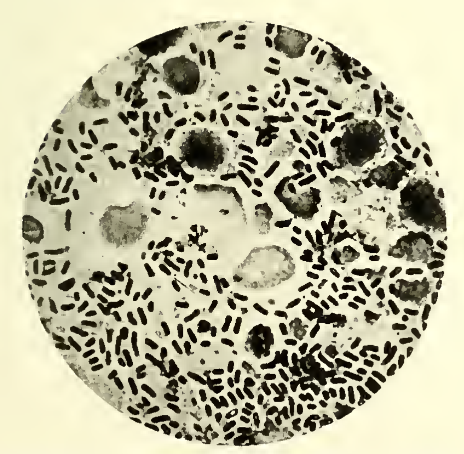
68. Spirillum sputigenum aus Zahnschleim. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



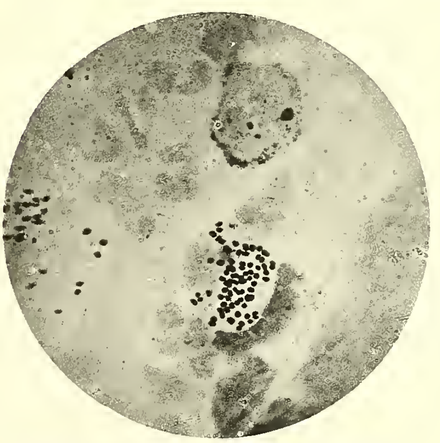
69. Recurrensspirillen. Menschenblut. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



70. Diplococcus Pneumoniae (Fränkel). Aus rostfarbenem Sputum mit Kapseln. Deckglas-Trockenpräparat, Methylenblau. 1000 : 1.



71. Mikrococcus Pneumoniae (Friedländer). Blut einer infizirten Maus. Deckglas - Trockenpräparat. Gelatinekultur. 1000 : 1.

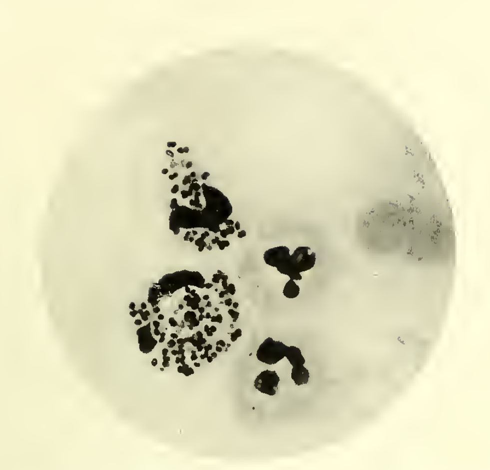


72. Gonnorrhoëcoccen, Trippereiter. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

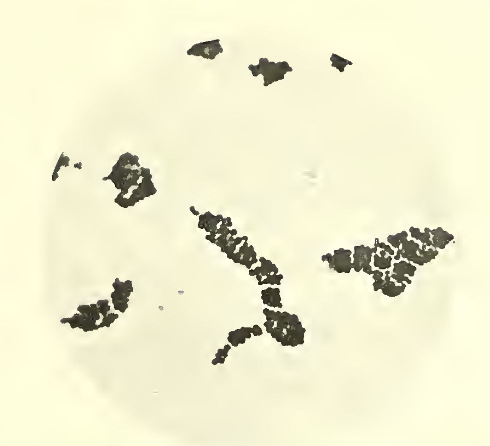
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

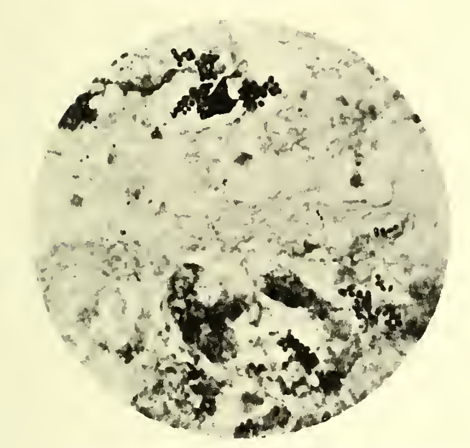




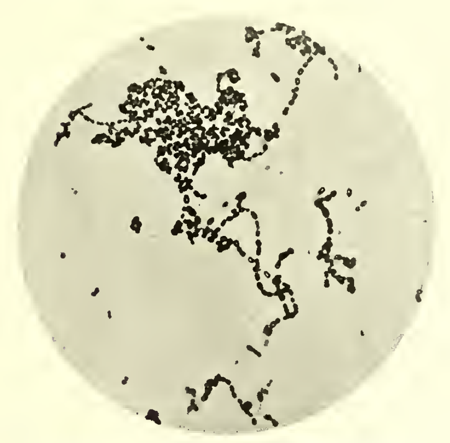
73. Gonnorrhoëcoccen aus blutigem Urin. Deckglas-Trockenpräparat. Doppelfärbung mit Eosin und Methylenblau. 1000 : 1.



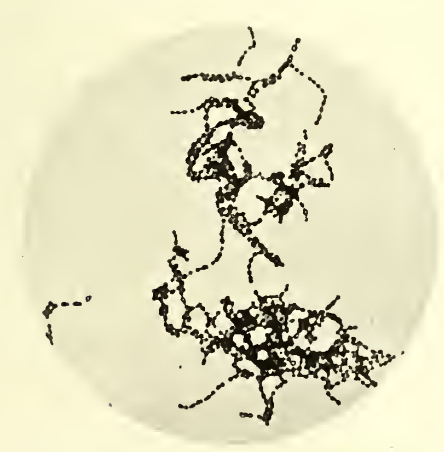
74. Staphylococcus pyogenes aureus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat Gentianaviolett. 1000 : 1.



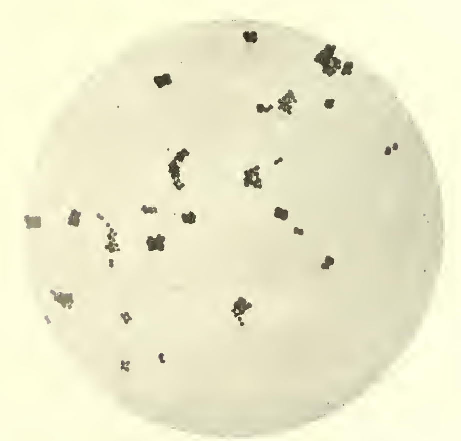
75. Staphylococcus pyogenes aureus. Eiter. Deckglas-Trockenpräparat. Methylenblau. 1000: 1.



76. Streptococcus pyogenes. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000: 1.



77. Streptococcus des Erisypels. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000: 1.

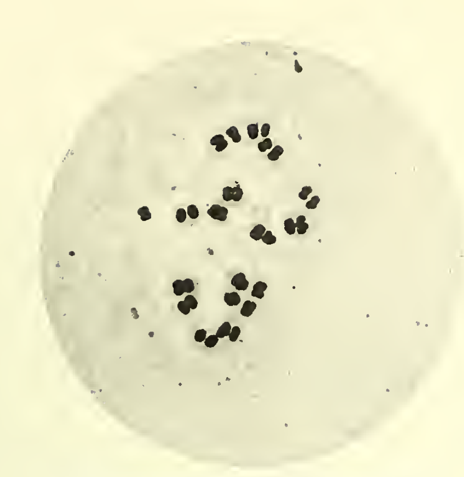


78. Mikrococcus tetragenus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Methylenblau. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

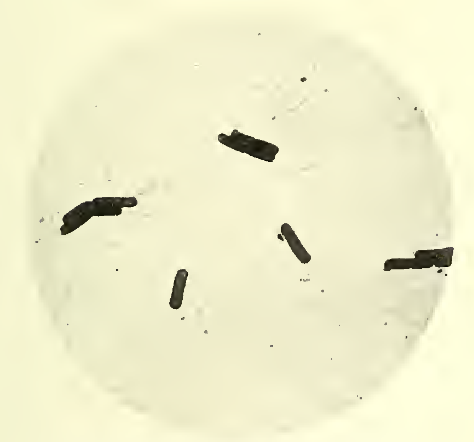




79. Mikrokokkus tetragenus. Peritonealflüssigkeit. Deckglas-Trockenpräparat. Methylviolett. 1000 : 1.



80. Bacillus subtilis. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



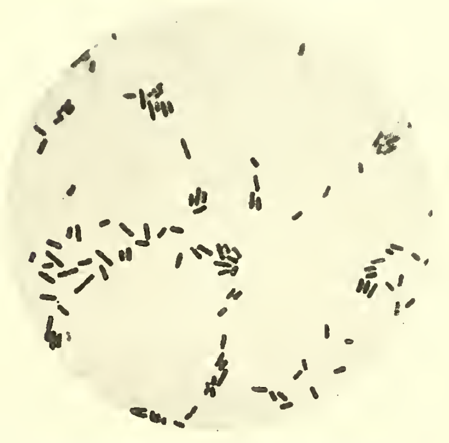
81. Bacillus subtilis mit Geisseln. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



82. Bacillus megaterium de Bary. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



83. Bacillus mycoides. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Methylviolett. 1000 : 1

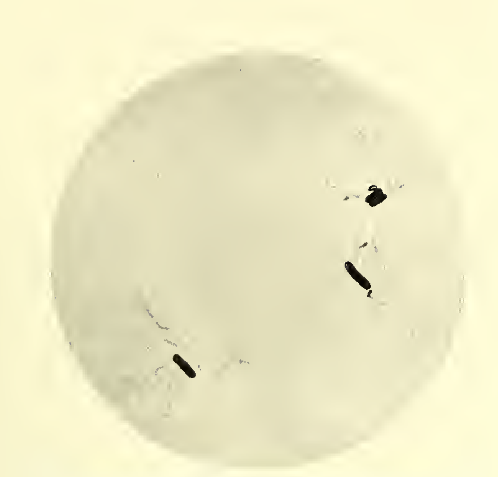


84. Bacillus mesentericus vulgatus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.





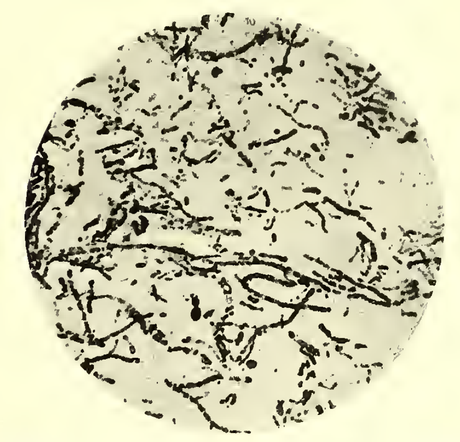
85. Bacillus mesentericus vulgatus mit Geisseln. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



86. Proteus vulgaris mit Geisseln. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



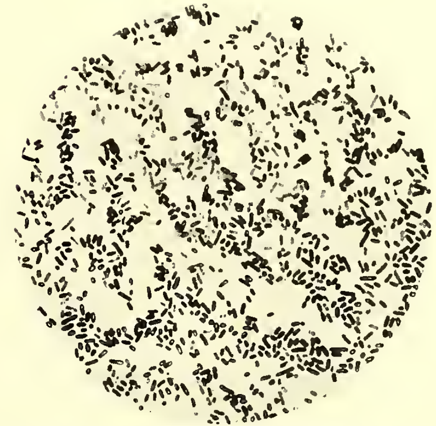
87. Bacillus fluorescens. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



88. Bacillus phosphorescens. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



89. Bacillus violaceus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

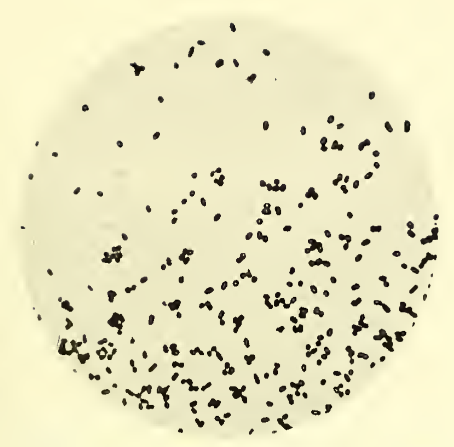


90. Bacillus indicus ruber. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

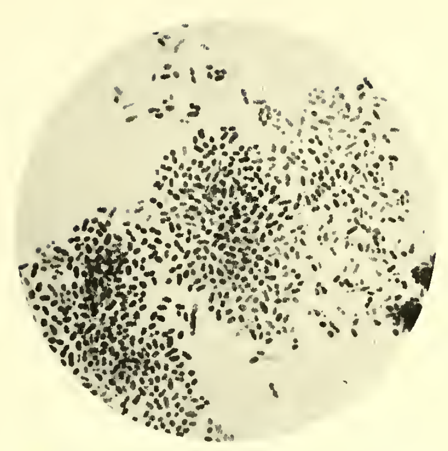
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

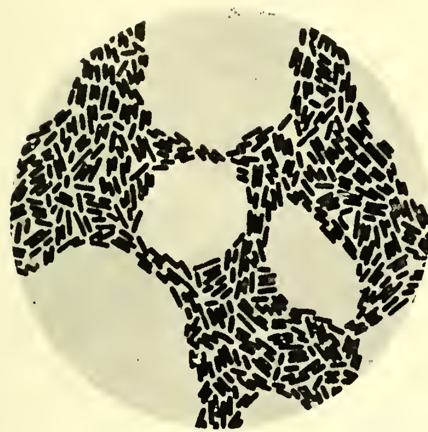




91. Bacillus ureae (Leube). Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



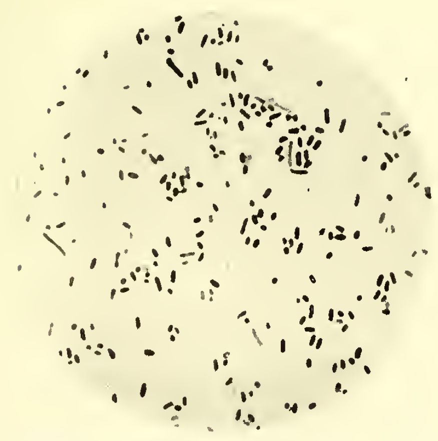
92. Bacillus aceticus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



93. Bacillus bulyricus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



94. Bacillus zopfii. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



95. Bacillus pyogenes foetidus. Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



96. Bacillus acidi lactici. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.





97. Bacillus synxanthus (gelbe Milch). Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



98. Bacillus cyanogenus (blaue Milch) mit Geisseln. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



99. Leptothrix buccalis aus Zahnschleim. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



100. Leptothrix gigantea Milleri aus dem Maul eines Hundes. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



101. Spirillum undula mit Geisseln, Strohinfus. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.

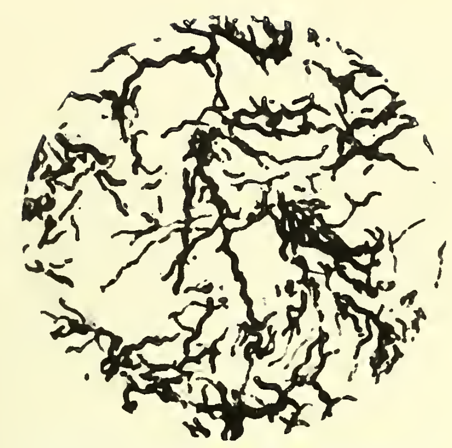


102. Spirillum plicatilis aus Wasser. Ungefärbt. 1000 : 1.

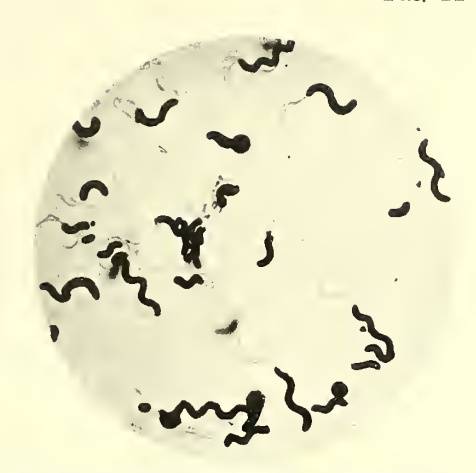
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.





103. Spirillum rubrum. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



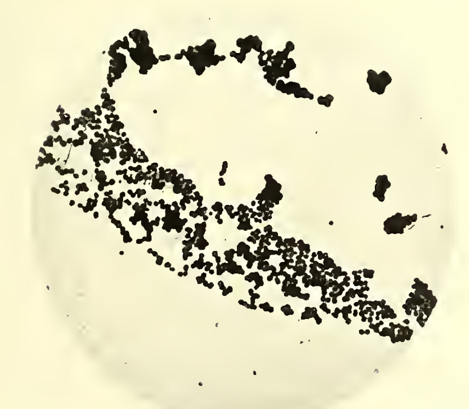
104. Spirillum rubrum mit Geisseln. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



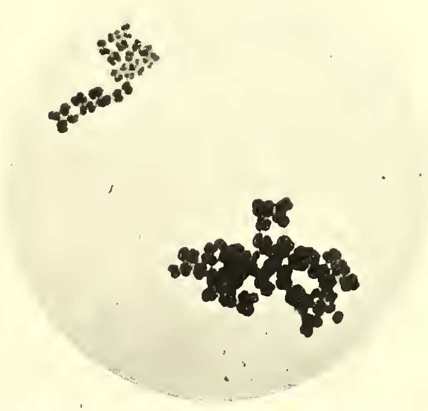
105. Spirillum serpens mit Geisseln. Deckglas-Trockenpräparat. Löffler'sche Färbung. 1000 : 1.



106. Mikrokokkus prodigiosus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



107. Mikrokokkus agilis. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.



108. Sarcina aurantiaca. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.

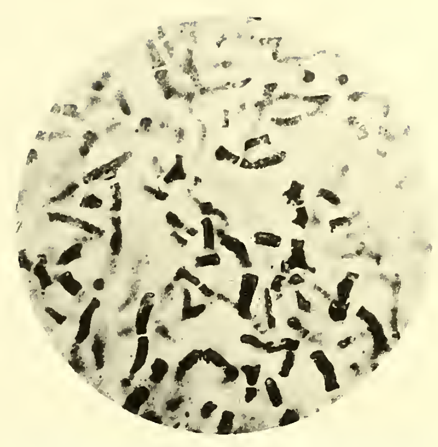
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.





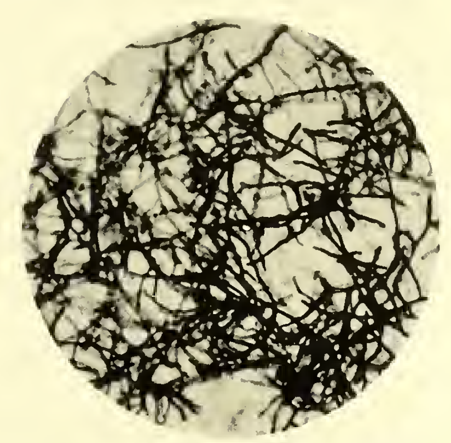
109. Achorion Schoenleinii (Favus). Agarkultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



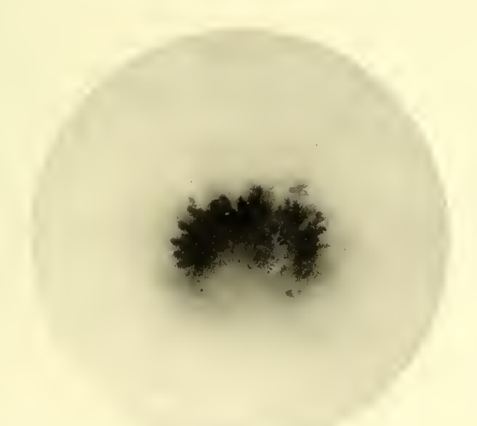
110. Achorion Schoenleinii. Schnitt durch die Kopfhaut. Deckglas - Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



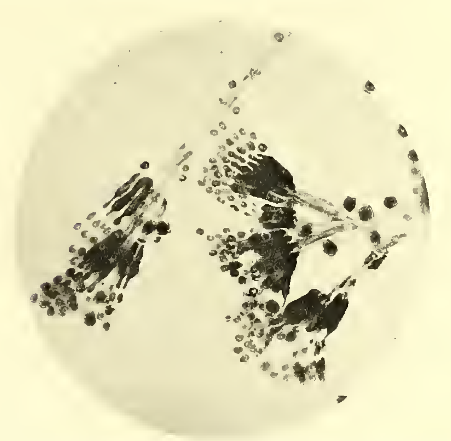
111. Oidium albicans. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



112. Actinomycesfäden. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



113. Actinomycesdruse. Kiefergeschwulst. Rind. Schnitt. Orcein 500 : 1.



114. Penicillium glaucum. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 500 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893. Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin

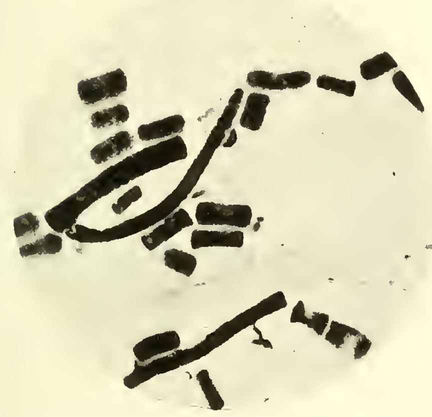




115. Aspergillus fumigatus. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 500 : 1.



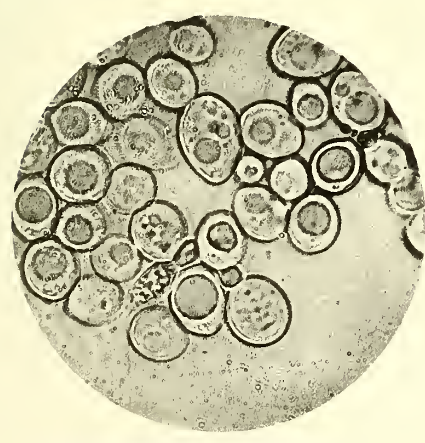
116. Mukor corymbifer. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



117. Oidium lactis. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



118. Rosahefe. Gelatinekultur. Deckglas-Trockenpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



119. Bierhefe, lebend, ungefärbt. 1000 : 1.

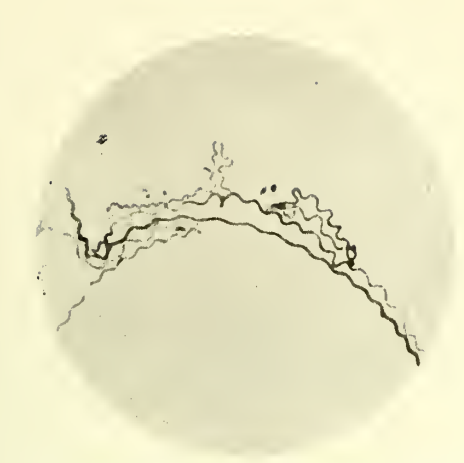


120. Cladothrix dichotoma. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1.

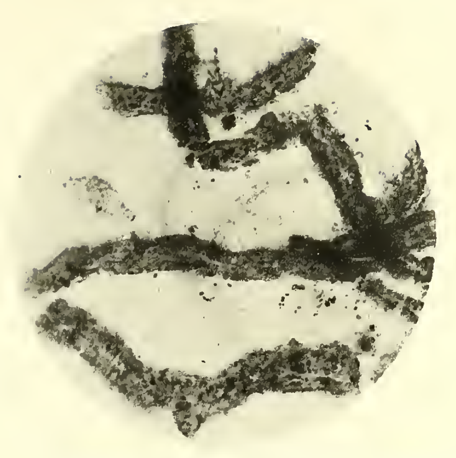
Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.

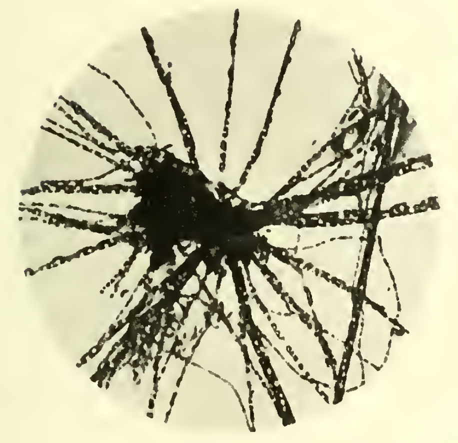




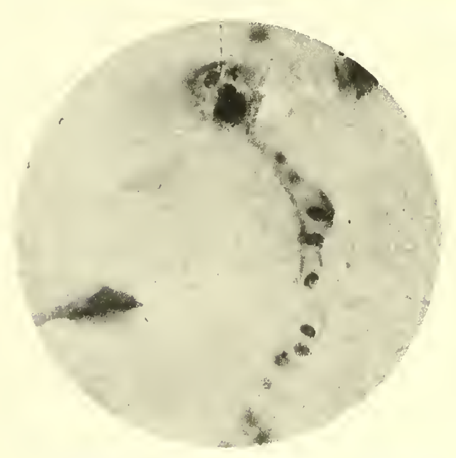
121. Cladothrix dichotoma. Spirillenform. Deckglas-Trockenpräparat. Fuchsin. 1000 : 1



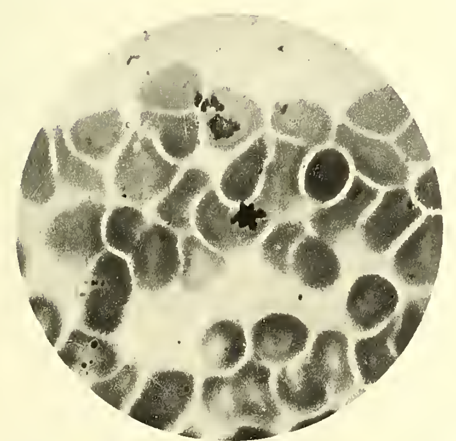
122. Crenothrix, ungefärbt. Deckglas-Trockenpräparat. 500 : 1.



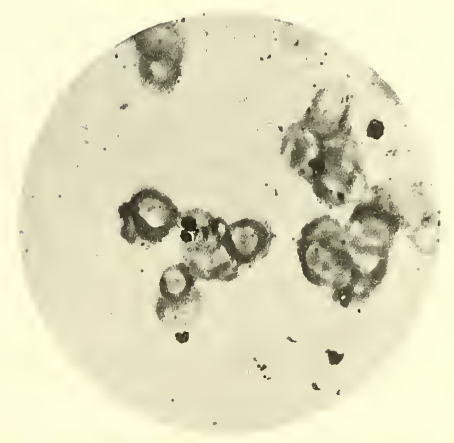
123. Beggiatoa. Deckglas-Trockenpräparat. Gentiana-violett. 1000 : 1.



124. Plasmodium Malariae. Schnitt. Gehirncapillare. Methylenblau. 1000 : 1.



125. Plasmodium Malariae. Blutpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.



126. Plasmodium Malariae. Blutpräparat. Gentianaviolett. 1000 : 1.

Dr. G. Itzerott, phot. 1893.

Lichtdruck von Albert Frisch, Berlin.













